

MISSION DE RECHERCHE

Projet DUNE-EOLE

« EOLE : un eng@gement pour ouvrir l'éducation »
ANR-16-DUNE-0001-EOLE *
Octobre-Novembre 2018

Etat de l'art

des Nouveaux Espaces d'Apprentissage (NEA)

Nicolas DESCAMPS
Sous la direction de
Mme Lise LANCON, Mr Sandro VARANO (ENSAS)
Mr Eric TOUVENOT (ENSAN)



* Ce travail a bénéficié d'une aide de l'État gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du programme d'Investissements d'avenir portant la référence ANR-16-DUNE-0001

Sommaire

<i>Introduction</i>	5
<i>Généralités</i>	10
<i>Partie 1 : Les espaces d'apprentissage formel</i>	13
L'amphithéâtre	14
Les salles de cours	17
Le télé-enseignement	21
Le télé-amphithéâtre	21
La salle de télé-enseignement	22
La salle de téléprésence	22
La salle de téléprésence immersive	22
Les laboratoires	24
Les Learning Centers	26
<i>Partie 2 : Les espaces d'apprentissage informel</i>	30
Les espaces de circulations et les halls	31
Les cafétérias/bars universitaires/e-learning café	33
Les espaces extérieurs	36
<i>Partie 3 : Les espaces d'apprentissage spécifique</i>	38
Les ateliers de fabrications numériques (AFN)	39
Les salles de réalité immersive	43
<i>Partie 4 : Equipements et services supports</i>	46
Equipements	46
Services supports	49
<i>Conclusion</i>	50
<i>Bibliographie</i>	54
<i>Table des illustrations</i>	57

Introduction :

Cette courte introduction a pour ambition de placer la recherche sur les transformations des Nouveaux Espaces d'Apprentissage (NEA) liés à l'enseignement numérique dans un contexte plus large, c'est-à-dire l'émergence d'une société à l'ère du numérique vivant dans une « réalité augmentée »¹ ainsi qu'un rappel historique des liens qui unissent pédagogie et architecture.

L'avènement auprès du grand public du « Web Social » ou « Web 2.0 »² dès le début des années 90 a été à l'origine de profondes mutations dans tous les domaines de la société, que ce soit en économie, dans la culture, les relations sociales... ainsi que dans l'éducation. Ce nouveau paradigme auquel nous assistons depuis, que l'on qualifie de « rupture numérique »³, ou « disruption technologique »⁴ a été particulièrement impactant de part sa fulgurance et les modifications dont il est la cause. En effet, il a fallu moins de 20 ans à ce média pour conquérir et connecter quasiment l'ensemble des habitants du monde. Si chaque nouveau média a été à l'origine de changements profonds (l'imprimerie au 15^{ème} siècle, la radio au 19^{ème} siècle ou encore la télévision au 20^{ème} siècle), aucun n'a bouleversé à ce point les représentations et le rapport au monde des utilisateurs. Il est clair, depuis déjà longtemps, qu'Internet prend le contre-pied de ses prédécesseurs en ne permettant plus seulement une « communication unidirectionnelle »⁵ mais une « communication bidirectionnelle »⁶. L'utilisateur d'Internet n'est plus simplement un destinataire passif recevant de l'information, il participe à la création et au partage de l'information et est désormais en mesure de choisir lui-même ses contenus.

« L'internet partout, l'internet n'importe où, l'internet pour tous, c'est en quelque sorte le slogan de ce nouveau mode de communication »⁷.

Comme nous l'avons vu plus tôt, ce nouveau mode de communication, ubiquitaire, mondialisé et asynchrone a également impacté le domaine de l'enseignement par le biais des TICE, les Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement. Ainsi, dès le début des années 2000 les TICE sont à l'origine d'un questionnement sur les pratiques d'enseignements « et donc de la forme scolaire »⁸.

1 ROUSSEL (Marion), « Architecture liquide et cyberspace : De William Gibson à la virtualité éversée. Partie II, *DNArchi*, 30/05/2012, <<http://dnarchi.fr/culture/architecture-liquide-et-cyberspace-de-william-gibson-a-la-virtualite-eversee-partie-ii/>>

2 ⁵ PASSEBON (Philippe) « Les technologies du numérique : un potentiel de disruption sans précédent », Veille technologique pour les professionnels de l'industrie, publié le 25/05/2016 [Disponible sur Internet : <http://bit.ly/2hV0wNy>]

3 GUILHEN (Thomas), *Vers une Architecture (du) Numérique*, Mémoire, sous la direction d'Alexandra Pignol, ENSA Strasbourg, 2016.

4 MABILLE (Philippe), *La disruption est une transformation irréversible du capitalisme* (Clayton Christensen), *La Tribune*, 10/03/2014 [consulté en mai 2016], goo.gl/6DVZGP

5 NIEL (Xavier), ROUX (Dominique), *Les 100 mots de l'internet*, Presses Universitaires de France, 2010, (2e éd.)

6 *Ibidem*.

7 *Ibid*.

8 Cahiers Pédagogiques, *Changer la société pour changer l'école, changer l'école pour changer la société*, Janvier 2018 n°48, [Disponible en ligne : librairie.cahiers-pedagogiques.com]

En 2012, un rapport commandé par le Ministère de l'Education Nationale⁹ attire notre attention sur le fait que « nous assistons à un décrochage croissant entre notre école et une société française en pleine mutation (économique, sociale, technologique) ». Ce constat quant au fait que l'Ecole de la République, tous niveaux confondus, est en décalage avec la société de plus en plus connectée amène les professionnels de l'éducation, enseignants, personnels administratifs, étudiants mais également les architectes à interroger de nouvelles formes d'apprentissages qui soient cohérentes avec les évolutions numériques et qui ont pour objectif de faire entrer l'enseignement au 21^{ème} siècle.

Cette volonté d'adapter l'enseignement à l'émergence du numérique semble plus que jamais nécessaire. En effet, depuis plusieurs années l'enseignement dans son ensemble a pour destination les générations natives d'Internet, qualifiées par certains sociologues de génération Y et de génération Z.

La génération Y correspond, « à l'ensemble des personnes nées entre 1980 et 2000 »¹⁰ et est caractérisée, entre autre, par le fait qu' « ils étaient suffisamment jeunes lors de l'introduction massive de l'informatique grand public pour en avoir acquis une maîtrise intuitive qui dépasse généralement celle de leurs parents [mais] ont cependant connu l'informatique sans Internet »¹¹.

La génération Z, qui succède la génération Y, correspond, elle, aux personnes nées aux alentours des années 2000 jusqu'à aujourd'hui et « ont toujours connu un monde avec une grande présence de l'informatique et de l'Internet »¹².

Si la présence des professionnels de l'enseignement est tout à fait évident dans la refonte des systèmes pédagogiques avec l'apparition de nouvelles approches pédagogiques rendues possibles par le numérique (MOOCs, classe inversée, classe virtuelle, apprentissage hybride...), la présence des architectes l'est tout autant. En effet, l'émergence du numérique dans l'enseignement modifie d'ores et déjà les organisations spatiales des espaces d'enseignement. Autrefois, « organisée sur un mode frontal »¹³, la salle de cours tend à adopter des formes plurielles, plus coopératives, modulaires voire dématérialisées.

Toutefois, il serait faux de penser que l'architecte fait son apparition dans le champ de l'éducation suite à l'avènement du numérique.

Déjà au 18^{ème} siècle, Claude Nicolas Ledoux affirmait que « la qualité du cadre de vie conditionne la pensée et le comportement »¹⁴. Un siècle plus tard, les textes réglementaires de 1861, 1881, 1891 de Jules Ferry, alors Ministre de l'Instruction publique ont instaurés une réflexion plus larges sur les relations entre espaces physiques et pédagogie dans un Guide à l'usage des architectes. Cette importance de l'espace et du rôle de l'architecte dans l'enseignement mis en avant par Ledoux et Ferry témoigne du rôle de l'architecture, qui ne doit pas être considérée simplement comme annexe, écartée de la pédagogie mais

9 *Ibidem.*

10 https://fr.wikipedia.org/wiki/Génération_Y

11 *Ibidem.*

12 https://fr.wikipedia.org/wiki/Génération_Z

13 MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE, DGESIP, Paris, Mars 2015, CAMPUS D'AVENIR, Concevoir des espaces de formation à l'heure du numérique, [Disponible en ligne : www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/guides-campus]

14 Cahiers Pédagogiques, *Op.Cit.*

bien comme un support, comme une condition à un type d'enseignement particulier. Ainsi, il apparaît que « l'architecture scolaire concrétise des conceptions éducatives conscientes ou non, développées par celles et ceux qui interviennent à différents niveaux dans l'élaboration de l'espace scolaire »¹⁵.

Il devient également de plus en plus clair que la majorité des modèles d'espaces pédagogiques pratiquée aujourd'hui, rigides, fixes, unidirectionnels sont « le reflet des politiques éducatives »¹⁶ d'un temps passé qui ne correspond plus aux attentes actuelles. Cela s'explique historiquement, de par les besoins de reconstruction faisant suite aux destructions de la 2^{ème} guerre mondiale. On a ainsi vu apparaître « une série de schémas types, à travers une circulaire en 1951, prospective et suggestive, qui donnera lieu en 1964 aux écoles sur catalogue. En 1975, la loi Haby participant à la massification de la forme scolaire a généré la construction de nombreux collèges (jusqu'à un par jour), mais en [ne] prenant pas forcément en compte les composantes pédagogiques et sociales»¹⁷.

On retrouve ainsi dans l'organisation spatiale des collèges, lycées et universités qui suivent cette approche, l'obsession moderniste de la fonction unique et rigide, du regroupement de « toutes les fonctions de même nature »¹⁸ amenant « à la sectorisation des amphithéâtres, des premiers cycles... selon des modèles rigides puisqu'ils ne « mélangent pas » et qu'ils génèrent la désaffection estudiantine de parties entières de bâtiments universitaires en dehors des heures de cours »¹⁹.

Avec l'apparition et l'émergence du numérique, grâce à quoi de nombreuses frontières ont déjà été abolies, notamment les frontières physiques, les temporalités strictement synchrones et surtout les frontières entre espace et cyberspace, il apparaît de plus en plus évident que les modèles rigoristes que nous avons pu connaître avant l'apparition d'Internet tendent à se transformer en modèles plus souples, plus lisses voire, selon certains, plus « liquides ». En effet, la mise en réseau du monde, qu'Henri Desbois, désigne comme étant « une couche supplémentaire, celle de la traduction sensible de la géographie des flux et du traitement mondialisés de l'information »²⁰ qui vient s'ajouter à notre espace physique, permet à chaque utilisateur de *personnaliser, d'individualiser* son rapport au réel par le biais de l'outil numérique. Cette capacité des individus à *individualiser* leur rapport au réel est l'une des conséquences du principe de « l'éversion »²¹. *L'éversion* constitue un glissement du *virtuel* dans notre monde *physique*, qui voudrait que, plutôt que d'avoir simplement le cyberspace qui viendrait se superposer à l'espace physique, ces deux espaces seraient liés et interdépendants. Ainsi, il n'existerait plus d'espaces strictement *physiques* ou strictement *virtuels* mais un espace hybride, une « réalité augmentée »²². Ainsi comme l'écrit William Gibson à la fin des années 90, on peut dire que :

15 *Ibidem.*

16 *Ibid.*

17 *Ibid.*

18 *Ibid.*

19 *Ibid.*

20 ROUSSEL (Marion), *Op.Cit.*

21 *Ibidem.*

22 *Ibid.*

« Une des choses que nos petits-enfants trouveront le plus bizarre à notre sujet, c'est que nous faisons la différence entre le numérique réel, entre le virtuel et le réel. Dans le futur, cela serait littéralement impossible. La distinction entre le cyberspace et ce qui n'est pas le cyberspace va devenir inimaginable. Quand j'ai écrit *Neuromancien* en 1984, le cyberspace existait déjà pour quelques personnes, mais elles n'y passaient pas tout leur temps. Donc le cyberspace était là et nous étions à côté. Maintenant, le cyberspace, c'est ici pour bon nombre d'entre nous, et à côté, il y a des espaces où on est moins connecté. À côté, c'est là où on n'a pas le Wi-Fi »²³.

23 GIBSON (William), Entretien accordé au magazine Rolling Stone, novembre 2007 (Rolling Stone, 11/15/2007, n° 1039, p162-162, entretien avec Leonard Andrew), cité par ROUSSEL (Marion), « Architecture liquide et cyberspace : De William Gibson à la virtualité éversée. Partie II ».

Illustration 1 (ci-contre):

Représentation de la figure du Cyborg, bardé d'électronique afin de pouvoir expérimenter le cyberspace dans le film Johnny Mnemonic de Robert Longo en 1995.



Illustration 2 (ci-dessous):

Représentation du cyberspace sous forme de « couches » d'informations dans une espèce de chaos organisé dans le film Johnny Mnemonic de Robert Longo en 1995.



Généralités :

Cette seconde partie vise à poser les bases de cette démarche et d'établir les axes de recherche ainsi que les premiers constats sur la modification des espaces d'enseignements à l'ère du numérique.

Comme nous venons de le voir dans l'introduction, les dispositifs spatiaux dédiés à l'enseignement, hérités de la période de la reconstruction, peinent de plus en plus à répondre aux attentes et aux besoins des nouvelles générations. En effet, les espaces rigides et monofonctionnels, supports d'une pédagogie asymétrique où un individu « sachant » transmet son savoir à des interlocuteurs passifs ne semblent plus adaptés à des individus connectés, « nomades 2.0 », plus autonomes et coopératifs grâce à Internet. Ainsi, il apparaît dans la littérature scientifique dédiée à ce sujet que l'espace éducatif va devoir subir de profondes mutations en ne le considérant « plus seulement [comme un] lieu conventionnel, normalisé et rigide uniquement dédié à l'apprentissage, mais un lieu pluriel, soucieux de profiter au plus grand nombre tout en sachant accueillir l'individu et ses spécificités »²⁴.

On retrouve dans le corpus étudié certains thèmes qui reviennent de manière quasi systématique comme « la modularité », la « coopération », « l'appropriation », la notion « d'individu » et plus uniquement de « groupe », « la complémentarité entre espaces physique et numérique », une importance croissante pour le mobilier et, chose remarquable, la notion de « bien-être ».

Cette notion de « bien-être », de plus en plus présente dans les innovations pédagogiques, apparaît comme un des objectifs prioritaires dans les mutations des espaces d'enseignements, à la fois comme une finalité mais également car elle serait une condition d'un meilleur engagement de l'étudiant ainsi qu'un facteur de réussite scolaire. Cette recherche du bien-être, associée à des pédagogies innovantes, conçues avec le numérique et l'idée de favoriser des modèles plus actifs et collaboratifs prend une place très importante dans la revalorisation et la création des Nouveaux Espaces d'Apprentissage comme en témoigne une réflexion du Conseil d'architecture et d'urbanisme des Hauts-de-Seine (CAUE 92)²⁵ :

24 Cahiers Pédagogiques, *Op.Cit.*

25 *Ibidem.*

« Pour éprouver du bien-être, l'utilisateur doit « habiter », au sens propre du terme, s'appropriier l'espace dans lequel il se trouve: un espace jugé dévalorisant ou discriminant sera peu à peu délaissé et ne pourra plus remplir la fonction qui est la sienne. Pour vivre, un espace doit permettre aux personnes qui l'utilisent de « l'habiter » à part entière. Le lieu devient identificateur quand il aide à définir le groupe dont nous faisons partie par les activités que nous partageons, le type d'échanges et de relations que nous mettons en place dans ce lieu et les représentations que nous projetons. Le lieu doit aussi permettre à chaque personne de s'y projeter en tant qu'individu unique, en préservant sa part d'intimité. Lorsque l'espace permet à chacun de s'y exprimer et de s'y représenter en tant que groupe et en tant qu'individu, il est identificateur, mais il devient aussi identifiant de ce groupe, car il en est la représentation. Ce propos, qui est au coeur de la fonction architecturale, met en lumière les ingrédients essentiels pour générer du bien-être: viser la fonctionnalité, permettre aux utilisateurs de s'approprier pleinement les espaces mis à disposition, seuls ou en groupe, pour devenir leurs lieux de reconnaissance et d'identification »²⁶.

Nous l'avons compris, l'introduction de la notion de bien-être dans le couple espace/pédagogie crée une rupture avec les anciens modèles et élargit de fait la notion d'espaces pédagogiques. Autrefois majoritairement réduit aux seuls espaces formels d'enseignements, les réflexions sur les nouveaux espaces pédagogiques viennent de plus en plus questionner les espaces informels, plus seulement considérés comme espaces de circulations, de détente... mais comme autant de supports différents à un apprentissage moins académiques et formalisés.

Ainsi, dans la suite de notre recherche, nous nous intéresserons évidemment aux espaces formels et traditionnels d'enseignement (amphithéâtres, salles de cours, laboratoires, bibliothèques/learning centers...), aux espaces informels (circulations, halls, cafétérias, espaces extérieurs...) ainsi que des espaces spécifiques à l'introduction du numérique dans l'enseignement (ateliers de fabrication numérique et salles de réalité immersive). Puis, nous nous attarderons sur le mobilier, les équipements et les services supports qui tendent à prendre de plus en plus d'importance dans des espaces moins définis et plus modulables²⁷.

Il convient de noter que cette étude ne saurait être exhaustive – prétendre le contraire serait une preuve accablante d'une incompréhension du sujet. En effet, contrairement aux schémas types proposés lors de la reconstruction, l'adaptation ou la création des NEA n'est pertinent que par une étude et une adéquation particulière entre les espaces et une ou des pédagogie(s) particulière(s) à chaque établissement ou enseignant, relevant du cas par cas.

26 Cahiers Pédagogiques, *Op.Cit.*

27 STEELCASE EDUCATION, novembre 2015, *Les espaces d'apprentissage actifs*, [Disponible sur Internet : https://www.steelcase.com/content/uploads/sites/11/2018/08/15-E0000247_FR-1.pdf]

Il sera ainsi proposé une réflexion globale sur ces nouveaux espaces qui n'ont pas vocation à être appliqués « tels quels » mais adaptés à des situations particulières.

L'ensemble de cette recherche a ainsi pour ambition de « pense[r] l'école du 21^{ème} siècle et les enjeux qui la traversent: massification du public, impact du numérique, nécessaire modularité des espaces, innovation pédagogique où l'on voit qu'il faut penser des scénarios pédagogiques qui articulent conjointement apprentissages et espaces »²⁸.

Partie 1 :

Les espaces d'apprentissage formel.

L'émergence des TICE et des politiques de NEA visent à adapter les pédagogies et les espaces d'enseignements pour répondre à un enjeu majeurs de notre époque : le passage à l'ère du numérique. Comme nous l'avons vu en introduction, il devient nécessaire que l'apprentissage sous toutes ses formes s'adaptent à cette rupture. Comme l'écrit Marie Musset, « coordonner architecture et technologie est à la base de la réflexion pour repenser des espaces qui doivent de toute façon être très modulables compte tenu de l'avancée frénétique des technologies digitales »²⁹. Cette partie a pour objectif d'apporter un éclairage sur les problématiques d'espaces formels d'apprentissage emblématique et les premières réponses qui visent à en faire des espaces favorisant la pédagogie active, la collaboration et la flexibilité.

L'amphithéâtre :

« Mais ils m'ont construit des amphis non modulables »³⁰ !

Ce n'est certainement pas un hasard si l'amphithéâtre est le premier espace pédagogique à être étudié et questionné dans cette recherche. Il est en effet, l'espace le plus représentatif de la mono-fonctionnalité, de la rigidité et est le reflet de « l'enseignement supérieur [basé sur] une relation pédagogique asymétrique, de celui qui sait à celui qui ne sait pas encore »³¹. A l'heure où l'espace pédagogique tend à s'orienter vers « un environnement proactif et collaboratif pour les étudiants »³², il s'avère clair que la configuration spatiale historique de l'amphithéâtre agit bien plus comme un frein que comme un atout.

En effet, tout, dans l'organisation spatiale de l'amphithéâtre, témoigne d'une pédagogie frontale où un enseignant, seul face à un groupe, transmet une partie de son savoir à un auditoire passif, alignés sur des sièges fixés au sol, et n'encourage pas du tout la participation au cours et encore moins la collaboration avec les autres étudiants. Cela met particulièrement en avant que « plus les lieux sont spécialisés fonctionnellement et géographiquement, plus ils sont pauvres du point de vue de l'altérité »³³.

Toutefois, l'apparition de nouvelles formes d'enseignements tels que les MOOC(s) ou les « classes inversées » nous laissent penser que le nombre d'amphithéâtres et de cours magistraux devrait diminuer dans les prochaines années.

En effet, les MOOC(s), pour *Massive Open Online Courses*³⁴, et les « classes inversées » tendent à renverser la manière « classique » de l'apprentissage où l'étudiant assiste passivement au cours, prend des notes, puis applique seul les connaissances dans le cadre d'exercices personnels à la maison. A l'inverse dans le cadre des MOOC(s) et des classes inversées, l'étudiant étudie le cours chez lui, à son rythme avant de mettre en pratique les nouvelles connaissances lors de sessions de travail. Ainsi l'enseignant n'est plus celui qui transmet mais celui qui « guide » les étudiants lors des exercices, facilitant ainsi un enseignement au cas par cas et adapté au rythme de chacun³⁵.

On comprend ainsi aisément que le cadre inflexible de l'amphithéâtre ne correspond pas à cette approche pédagogique. Cependant, la forme particulière de l'amphithéâtre ne semble pas encore destinée à disparaître, car avec quelques adaptations, il peut « être utilisé pour des cours traditionnels, pour des cours qui mixent présentation du professeur et des activités, ou des cours purement interactifs avec travail en groupes et dialogue »³⁶. Certaines universités pionnières ont donc d'ores et déjà entrepris d'adapter ou de créer de nouveaux amphithéâtres qui, bien que ressemblant à leurs prédécesseurs, s'en écartent avec quelques légères modifications spatiales et surtout par l'introduction d'équipements spécifiques.

30 ROLLOT (Olivier), 5 décembre 2014, Enseignement supérieur : de nouveaux espaces pour de nouvelles pédagogies, [Disponible sur Internet : <http://orientation.blog.lemonde.fr/2014/12/05/enseignement-superieur-de-nouveaux-espaces-pour-une-nouvelle-pedagogie/>]

31 MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE, DGESIP, Paris, Mars 2015, CAMPUS D'AVENIR, Concevoir des espaces de formation à l'heure du numérique, *Op.Cit.*

32 *Ibidem.*

33 *Ibid.*

34 https://fr.wikipedia.org/wiki/Massive_Open_Online_Course

35 https://fr.wikipedia.org/wiki/Classe_inversée

36 MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE, DGESIP, Paris, Mars 2015, CAMPUS D'AVENIR, Concevoir des espaces de formation à l'heure du numérique, *Op.Cit.*

Certains amphithéâtres ont ainsi abandonné la structure traditionnelle de rangées parfaitement alignées qui font face aux professeurs pour la remplacer par une organisation « en forme de fer à cheval de sorte que même les étudiants placés en périphérie de la rangée ont le sentiment d'appartenir au groupe »³⁷. De la même manière, les sièges autrefois fixes tendent à être remplacés par des systèmes mêlant sur un même niveau, une rangée de sièges fixes et une rangée de sièges pivotant à 360 degrés. Cela permet aux étudiants de se retourner pour faire face à leurs camarades et facilite ainsi le travail en groupes tout en leur permettant de faire face au professeur dans une disposition plus classique³⁸.

Outre un mobilier plus flexible, on voit également apparaître de plus en plus de Tableau Blanc Interactif (TBI), de tablettes interactives permettant d'annoter en temps réel un contenu partagé à l'ensemble de l'amphithéâtre et retransmis en direct sur un écran ou encore des boîtiers de vote permettant aux étudiants de prendre part plus facilement au cours.

Enfin, l'omniprésence d'Internet et l'introduction de la notion de BYOD (*Bring Your Own Device*), c'est-à-dire, encourager ou en tout cas faciliter l'usage de matériel électronique personnel (ordinateurs portables, tablettes, Smartphones) implique une bonne connexion à Internet grâce à un Wi-Fi de qualité ainsi que par la présence de nombreuses prises électriques dans l'amphithéâtre.

Ainsi, les nouveaux aménagements, l'emploi de matériel spécifique et la complémentarité entre apprentissage personnel et plus traditionnel doit permettre et « a été conçu pour favoriser des séances de travail qui mêlent communication, partage, travail en commun et résolution de problème [afin que] l'étudiant [ne soit] plus un destinataire passif de l'information »³⁹ mais un acteur de son apprentissage.

37 *Ibidem.*

38 *Ibid.*

39 *Ibid.*

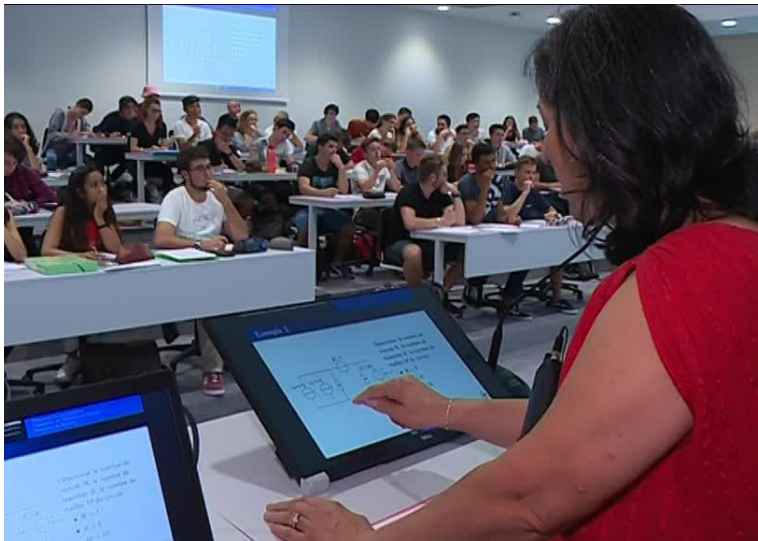


Illustration 3 (ci-contre):

Le nouvel amphithéâtre de l'Institut National Polytechnique de Toulouse par Archea-Architectes, livré en 2018 et équipé de 11 écrans, de boîtiers réponses, d'un TBI de 10 spots Wi-Fi et de chaises pivotantes. La nouvelle configuration doit permettre une pédagogie plus active et collaborative.



Illustration 4 (ci-contre):

L'ancien amphithéâtre de l'Institut National Polytechnique de Toulouse témoin d'une pédagogie asymétrique et frontale.

Illustration 5 (ci-dessous):

Perspective de concours pour le nouvel amphithéâtre de l'Institut National Polytechnique de Toulouse par Archea-Architectes.



Les salles de cours :

Les salles de cours traditionnelles semblent partager certains des maux de l'amphithéâtre : enseignement frontal où l'étudiant reste passif, alignements des rangées en « autobus », c'est-à-dire deux par deux sur toute la longueur de la salle, organisation spatiale qui ne favorise pas la coopération...

Toutefois, contrairement à l'amphithéâtre, la salle de cours s'avère nettement moins rigide du fait, entre autre d'un mobilier individuel plus ou moins facilement déplaçable, ce qui rend l'espace théoriquement plus flexible⁴⁰.

Grâce à cela, plusieurs configurations de salles sont possibles :

- configuration classique en *autobus*, « reflet d'un apprentissage unilatéral [où] le maître fait alors face à ses élèves, pour littéralement dispenser un savoir »⁴¹. Ce dispositif se rapproche fortement de la disposition d'un amphithéâtre « où les rôles sont rapidement identifiés : celui qui enseigne et transmet, celui qui retient et assure une prise de note »⁴².

- configuration en U où les étudiants « entourent » l'enseignant, toujours dans une relation asymétrique de celui qui sait à ceux qui ne savent pas encore mais cette fois plus souple. Cette configuration offre aux étudiants une plus grande possibilité de participer au cours et de communiquer entre pairs.

- configuration en îlots, plus favorable au travail de groupes ou à des activités de type « workshop ». Cette configuration diffère radicalement des deux précédentes, l'enseignant ne faisant plus face à l'étudiant pour dispenser son savoir mais circule entre les îlots pour aider, conseiller, contrôler l'avancement... Cette disposition permet aux étudiants de travailler par petits groupes, en collaboration et avec une plus grande autonomie facilitant ainsi « l'économie de la contribution, la culture du partage et du travail collaboratif ». Ce type de configuration réinterroge très largement la place aussi bien physique qu'institutionnel de l'enseignant⁴³, devenant de fait mobile et non plus statique et ne dispensant plus son savoir mais orientant, guidant les étudiants dans un apprentissage plus autonome.

- configuration « libre ». Ce type de configuration laisse une plus grande part de liberté aux étudiants qui peuvent décider d'eux-mêmes les tailles des îlots pour le travail en groupe, de pouvoir s'isoler, de se déplacer librement...

40 STEELCASE EDUCATION, *Op.Cit.*

41 Cahiers Pédagogiques, *Op.Cit.*

42 MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, DEL'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE, DGESIP, Paris, Mars 2015, CAMPUS D'AVENIR, Concevoir des espaces de formation à l'heure du numérique, *Op.Cit.*

43 Institut français de l'éducation, Groupe de travail OCEAN, *Les Nouveaux Espaces d'Apprentissage*, dossier de capitalisation, version janvier 2018, [Disponible en ligne : <http://ife.ens-lyon.fr/ife/recherche/numerique-educatif/nouveaux-espaces-dapprentissage/dossier-de-capitalisation-nea-janvier-2018>]

Il apparaît de plus en plus, que « pour les salles de cours, deux tendances se dessinent: soit des espaces banalisés aménageables à la demande, soit des espaces fixes dans leur configuration mais qui deviennent souples par les modalités d'apprentissages qu'ils proposent »⁴⁴.

Ainsi, la conception de Nouveaux Espaces d'Apprentissage ou leur réhabilitation suppose de penser ces espaces comme nécessairement flexibles, spatialement et temporellement. Il appartient aux architectes d'assurer « la capabilité » c'est-à-dire, « de garantir un potentiel d'usages connus et inconnus [...] dans une réflexion prospective à long terme » et de s'assurer que « l'usage dominant, même s'il est identifié ne doit pas exclure d'autres usages »⁴⁵.

Cette *capabilité* de l'espace doit être supportée et ne peut être effective qu'avec l'utilisation réfléchie et cohérente d'un mobilier modulaire, facilement déplaçable et surtout adapté à la pédagogie.

Dans une configuration classique, rigide, frontale, le mobilier apparaît comme plutôt secondaire. En effet, et certainement avec un brin de caricature, pour fonctionner, la salle de cours traditionnelle n'a besoin que de chaises, de tables et d'un support visuel utilisé par le professeur pour appuyer ses propos. Ainsi, ce support prend généralement la forme d'un tableau blanc ou noir lui permettant d'écrire ou d'un écran et d'un rétroprojecteur. Les étudiants prenant de plus en plus souvent des notes sur leurs ordinateurs portables personnels ou sur leurs tablettes, il convient également d'équiper les salles d'un nombre suffisant de prises électriques et éventuellement d'une connexion Wi-Fi de bonne qualité.

A l'inverse, dans les configurations favorisant le travail collaboratif et interactif qui s'éloignent des pratiques pédagogiques classiques, le mobilier, les équipements et les services supports prennent une importance particulière et sont indispensables à la modularité et à la flexibilité des espaces⁴⁶. Les différentes approches pédagogiques dites actives – classe inversée, MOOC(s), travail collaboratif... - reposant fortement sur l'utilisation d'Internet et d'une grande modularité, nécessitent l'utilisation d'outils pédagogiques particuliers.

Dans la littérature scientifique dédiée à ce sujet, les auteurs insistent très largement sur la nécessité d'avoir une bonne connexion Wi-Fi et suffisamment de prises électriques pour brancher les appareils électroniques ainsi que sur l'usage de chaises et de tables mobiles, montées sur roulettes permettant de reconfigurer l'espace de classe le plus facilement et le plus rapidement possible. Cela permet, par exemple à un même enseignant d'adopter plusieurs dispositifs spatiaux lors d'un même cours. Il peut ainsi commencer son cours dans une configuration traditionnelle ou en U, dans le cadre d'un cours magistral avant de reconfigurer la salle en îlots pour permettre aux étudiants d'appliquer ce qu'ils viennent d'apprendre lors de travaux de groupe.

D'autres équipements⁴⁷, plus spécifiques, viennent également supporter et valoriser le choix pédagogique d'un enseignant. Par exemple, des écrans mobiles et des

44 *Ibidem.*

45 *Ibid.*

46 STEELCASE EDUCATION, *Op.Cit.*

47 Les équipements spécifiques seront détaillés dans une autre partie de ce rapport.

vidéoprojecteurs peuvent être disposés à différents endroits de la salle de cours afin que les étudiants puissent échanger et visualiser l'avancée de leur travail avec leurs pairs ou avec l'enseignant. Des dalles tactiles et des tablettes interactives peuvent permettre aux étudiants d'annoter ou de modifier en temps réel un contenu projeté.

Enfin, des équipements plus « low-tech » comme des parois amovibles avec ou sans dispositif d'insonorisation permettent de diviser l'espace de cours favorisant différents types d'apprentissage – travail collaboratif en autonomie ou dirigé, cours plus « traditionnels », évaluations... - au sein d'un même espace et dans une même temporalité.

Si l'ensemble de ces dispositifs rend possible la mise en pratique de nouveaux modes d'enseignements, certaines limites apparaissent déjà. En effet, l'installation des salles en différentes configurations nécessite un travail supplémentaire pour les équipes techniques des établissements ou une perte de temps en début de chaque cours. Une solution à ce problème consiste à préfigurer différentes salles de cours avec différentes configurations. La flexibilité de ces espaces consiste alors en leur nombre et en leur disponibilité au sein des établissements. Cela implique donc de mettre en place des services supports tels que des *moodles* ou des outils de réservation en ligne, ce qui complique de fait la mise en place des emplois du temps et nécessite une bonne organisation et une bonne communication pour le partage des salles.

En plus de cela, les premiers retours quant à l'utilisation d'équipements flexibles indiquent que « ce type de mobilier soulève certaines questions. En effet, l'extrême mobilité de ces chaises a fait éclater les ilots qui avaient apporté un sentiment de sécurité à certains élèves »⁴⁸. De plus, un travers récurrent est apparu dans la littérature scientifique consistant à envisager « l'aménagement davantage sous l'angle esthétique que sous l'angle pédagogique ».⁴⁹

Il convient donc, comme pour l'ensemble des dispositifs étudiés dans ce rapport, de prendre en compte les attentes et les retombées pédagogiques, les impressions des étudiants et les capacités techniques à disposition, afin d'adapter en continu les espaces d'enseignement en accord avec les enseignants, les étudiants et les personnels des établissements.

48 Cahiers Pédagogiques, *Op.Cit.*

49 *Ibidem.*



Illustrations 6 à 9 (ci-dessus):
Différentes configurations de salles de classes à l'aide d'un mobilier léger et mobile, permettant différentes approches pédagogiques.

Illustration 11 (ci-dessous):
Différentes configurations de salles de classes à l'aide d'un mobilier léger et mobile, permettant différentes approches pédagogiques au sein d'un même espace et d'une même temporalité.



Le télé-enseignement:

Avec la dématérialisation de certains espaces d'enseignement et des nouvelles méthodes d'apprentissage, notamment dû à l'émergence des MOOC(s) et des classes inversées, le télé-enseignement, basé sur la visio-conférence, semble se développer au sein des universités.

L'enseignement à distance (EAD) a ceci d'intéressant, qu'il peut être utilisé aussi bien « de manière individuelle que collective »⁵⁰, « à la formation continue qu'à la formation initiale »⁵¹ et de manière synchrone ou asynchrone.

En effet, grâce à l'émergence d'Internet et la qualité toujours croissante du réseau, le télé-enseignement ne se cantonne plus simplement à la retransmission d'un cours magistral d'un amphithéâtre principal à des amphithéâtres annexes situés à proximité. Il permet à présent à tous types de public d'accéder à un enseignement présentiel ou en ligne, en direct ou enregistré. La diversité de l'offre proposée par le télé-enseignement rend « la formation «ouverte», «flexible», [et] se veut accessible au plus grand nombre, et à toute personne souhaitant suivre une formation, contrairement à des enseignements inscrits dans un cursus académique normatif »⁵².

Le télé-enseignement se décline sous quatre formes, ayant chacune ses particularités :

- le télé-amphithéâtre.
- la salle de télé-enseignement.
- la salle de téléprésence.
- la salle de téléprésence immersive.

Le télé-amphithéâtre :

Le télé-amphithéâtre permet de dispenser un cours magistral « traditionnel » à la fois à une audience présente physiquement mais également à une audience pouvant faire fi des contraintes géographique et/ou temporelle. En effet, le télé-amphithéâtre repose sur le principe de la visioconférence, le cours étant filmé et enregistré. Ce type de dispositif ne change pas ou très peu la manière d'enseigner et ne nécessite pas de renouvellement pédagogique mais uniquement un support technique spécifique. Ce support technique est constitué d'une dalle tactile permettant de « commander toutes les composante multimédia de l'amphithéâtre »⁵³ (prise vidéo, prise son, rétroprojection, retours vidéo...), d'une tablette interactive permettant d'annoter et d'interagir avec le contenu projeté à distance sur le Tableau Blanc Interactif (TBI), d'un retour vidéo ainsi que d'une diffusion son de qualité et d'une sonorisation adéquate. Dans le cas d'une diffusion vers un autre amphithéâtre, l'amphithéâtre « récepteur » est équipé de deux écrans, le premier affichant le contenu projeté du cours, le second la vidéo de l'enseignant faisant cours.

L'amphithéâtre « émetteur » possède également deux écrans (ou plus en fonction du

50 https://fr.wikipedia.org/wiki/Formation_à_distance

51 *Ibidem.*

52 *Ibid.*

53 Site de l'Université Bretagne, Bretagne Campus, Loire Numérique [Disponible sur Internet : <https://campusnumerique-carte.u-bretagne-loire.fr>]

nombre d'amphithéâtre connectés) : le premier affichant le contenu projeté du cours (de la même manière que les amphithéâtres traditionnels), le ou les autres retransmettent en direct l'audience du ou des autres amphithéâtres. Cela permet à l'ensemble des participants, étudiants et enseignants, de rester en contact, certains physiquement, d'autres via la retransmission vidéo. Les cours en télé-amphithéâtres peuvent également être diffusés en direct sur Internet et/ou enregistrés puis diffusés sur Internet ce qui permet aux étudiants de reprendre le cours à leur rythme ou de pouvoir y assister à distance et de manière asynchrone, dans la continuité des MOOC(s) et des classes inversées.

La salle de télé-enseignement :

La salle de télé-enseignement reprend les caractéristiques du télé-amphithéâtre mais adaptés à la dimension d'une salle de cours traditionnelle.

La salle de téléprésence :

La salle de téléprésence est une salle de cours et/ou de réunion disposant d'un dispositif de visioconférence, composé d'une prise vidéo, de prise de son (à l'aide de microphones), d'un retour vidéo ainsi que d'un ou plusieurs écrans vidéo et une retransmission audio permettant de relier en direct une ou plusieurs autres salles de téléprésence. Les salles de téléprésence sont également équipées d'un ou de plusieurs écrans permettant le partage de contenus communs. Ces salles disposent, comme pour le télé-amphithéâtre d'une tablette interactive permettant d'annoter et d'interagir avec le contenu projeté à distance. Contrairement au télé-amphithéâtre, les salles de téléprésence ne sont pas (ou très rarement) destinées à un enseignement asynchrone mais permettent cependant un télé-enseignement libéré des contraintes géographiques.

La salle de téléprésence immersive :

La salle de téléprésence immersive dispose des mêmes attributs que la salle de téléprésence auquel s'ajoute une « expérience immersive » rendue possible par la présence d'écrans permettant un affichage des participants à distance à l'échelle 1:1 et « un son spatialisé », réduisant l'impression de s'adresser à un écran mais plutôt à son interlocuteur.

Illustration 11 (ci-contre) :

Le télé-amphithéâtre du
« c@mpus numérique
de Bretagne ».



Illustration 12 (ci-contre) :

La salle de télé-
enseignement du
« c@mpus numérique
de Bretagne ».



Illustration 13 (ci-contre) :

La salle de télé-
présence du
« c@mpus numérique
de Bretagne ».



Illustration 14 (ci-contre) :

La salle de télé-présence
immersive du
« c@mpus numérique
de Bretagne ».



Les laboratoires :

Les laboratoires universitaires sont confrontés à certains problèmes semblables à ceux des amphithéâtres. Actuellement conçus et vécus comme des espaces rigides et emblématiques dans les disciplines de « sciences dures », une contrainte s'ajoute à celles des amphithéâtres : celui de la spécialisation de nombreux laboratoires.

Si la spécialisation et la séparation des différentes disciplines semblaient être la norme jusqu'à présent, de nombreux exemples prouvent qu'au sein des laboratoires spécifiques, de nombreux équipements sont communs (paillasse, ordinateurs...) et que peu d'installations étaient monofonctionnelles et strictement spécifiques.

Fort de ce constat, deux approches non contradictoires semblent se distinguer : la mutualisation de l'espace, des équipements et du personnel ou la création d'espaces encourageant une pédagogie active et collaborative⁵⁴.

Ces nouvelles conceptions de laboratoires, organisés en *Open Space* et autour de groupements de paillasse, associées à la mutualisation des équipements coûteux favorisent les échanges entre étudiants et enseignants de différentes disciplines qui n'avaient pas forcément l'habitude ou la possibilité de collaborer. L'aménagement des laboratoires en grands plateaux libres sans cloison fixe rend l'espace flexible et modulaire, permettant ainsi d'accueillir au sein d'un même espace plusieurs formes de pédagogies : enseignement traditionnel, TP, recherche en groupe... La mise en commun d'équipements coûteux, rares et traditionnellement associés à une discipline comme par exemple « des équipements pour chromatographie en phase gazeuse, des générateurs à rayons X et des microscopes [...] à effet tunnel »⁵⁵, a permis, en plus de limiter les coûts, de favoriser la transdisciplinarité et l'utilisation de matériels spécifiques, autrefois peu ou pas disponibles par certaines filières de recherche. Cette mutualisation semble ainsi très profitable pour les étudiants, enseignants-chercheurs et pour la recherche scientifique en général en élargissant le champ des possibles et l'extension des pratiques de recherche.

Le matériel informatique est également mutualisé. Si certains logiciels sont spécifiques à certaines disciplines, d'autres sont interdisciplinaires. De plus l'installation sur un même poste de plusieurs logiciels, spécialisés ou non, n'est pas source de problème. Cela engendre une réduction du nombre de postes et, de fait, des surfaces allouées aux salles informatiques. Enfin, la mutualisation n'est évidemment pas exclusive et n'empêche en rien la présence d'espaces ou de dispositifs spécifiques, notamment des espaces de stockage ou des salles de recherche hyperspécialisées.

Ainsi le regroupement des espaces de laboratoire et des équipements a pour ambition de favoriser le bien-être et « de rompre l'isolement disciplinaire des chercheurs et doctorants et de mutualiser des équipements coûteux »⁵⁶.

54 MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE, DGESIP, Paris, Mars 2015, CAMPUS D'AVENIR, Concevoir des espaces de formation à l'heure du numérique, *Op.Cit.*

55 *Ibidem.*

56 *Ibid.*

Illustration 15 (ci-contre):

Vue des laboratoires partagés entre les unités de médecine, de sciences et d'ingénierie, James H. Clark Center, Stanford University, Foster + Partners architectes.

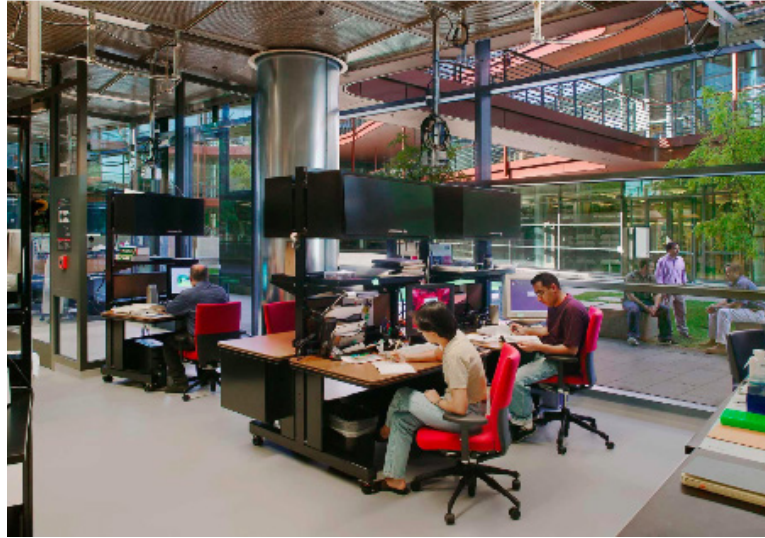


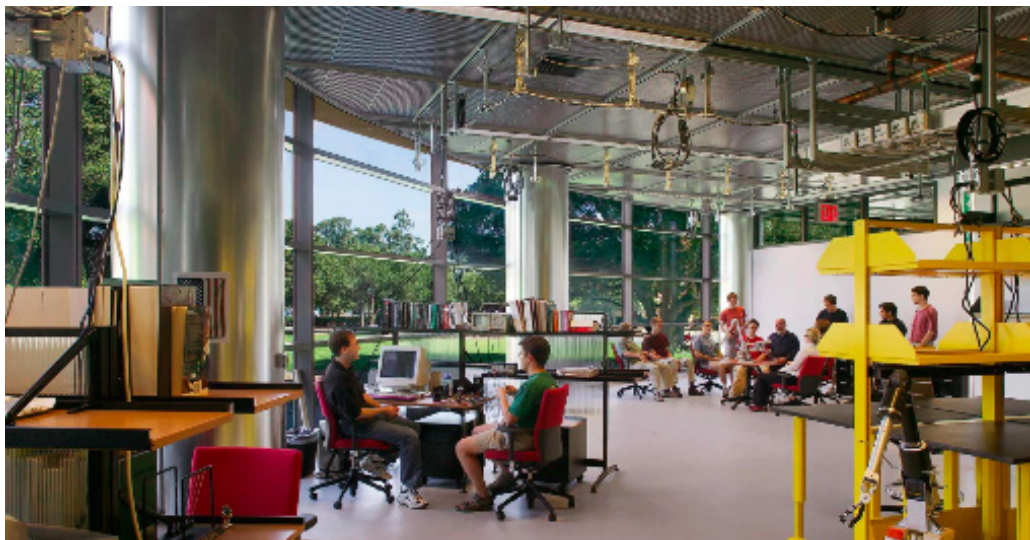
Illustration 16 (ci-contre):

Vue des laboratoires partagés entre les unités de médecine, de sciences et d'ingénierie, James H. Clark Center, Stanford University, Foster + Partners architectes.



Illustration 17 (ci-dessous):

Vue des laboratoires partagés entre les unités de médecine, de sciences et d'ingénierie, James H. Clark Center, Stanford University, Foster + Partners architectes.



Les Learning Centers :

Le *Learning Center* apparaît comme étant l'espace le plus flexible, multifonctionnel et emblématique de ce qu'est ou de ce que veut être l'enseignement à l'ère du numérique. Le concept de *Learning Center* apparaît dans les années 90 au sein des universités américaines puis dans les universités britanniques et néerlandaises⁵⁷, pour répondre à l'évolution des pratiques d'enseignements, en outre justifiées par l'émergence du numérique. Conçu comme un espace emblématique et fédérateur au sein d'un campus universitaire, le *Learning Center* ou, traduit de manière littérale, faute d'équivalent en français, *centre d'apprentissage*, se définit comme un espace destiné à l'apprentissage sous quasiment toutes ses formes. A l'origine conçu comme l'héritier des bibliothèques universitaires, il répond aujourd'hui à de nombreux objectifs : bibliothèque, médiathèque, documentation, espace de travail individuel ou en groupe, lieu d'échanges et d'apprentissage informel. Le *Learning Center* intègre en plus « les services liés aux nouvelles technologies, avec dans la plupart des cas, un réseau informatique sans fil, des équipements multimédia et des services d'aide aux utilisateurs par des bibliothécaires ou des spécialistes des technologies »⁵⁸. Quelque soit la situation d'apprentissage, l'« accent [est] mis sur l'assistance à l'utilisateur »⁵⁹. Dans un rapport intitulé *Learning center (Les) : un modèle international de bibliothèque intégrée à l'enseignement et à la recherche*, remis en 2009 à la Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, Suzanne Jouguelet, Inspectrice générale des bibliothèques dresse la liste des objectifs principaux des Learning centers :

« Les missions des centres sont multiples et intégrées : documentaires, (y compris l'offre technologique), pédagogiques, sociales, un peu moins fréquemment culturelles.

- des espaces conviviaux, ouverts et flexibles.

- une accessibilité maximale, y compris à distance (horaires étendus, collections en accès libre, ressources numériques, services, wifi...).

- un personnel aux compétences multiples, avec un effacement des frontières entre professionnels, et un regroupement des services d'information dans plusieurs domaines (notion de « one stop shop »), ainsi qu'une assistance personnalisée.

- des ressources documentaires (imprimés, documents multimédia, ressources électroniques intégrées dans l'environnement virtuel de l'université...) et des équipements informatiques, de reproduction... en grand nombre »⁶⁰.

57 JOUGUELET (Suzanne), décembre 2009, *Learning center (Les) : un modèle international de bibliothèque intégrée à l'enseignement et à la recherche*, [Disponible sur Internet : <https://www.enssib.fr/bibliotheque-numerique/notices/48085-learning-centres-les-un-modele-international-de-bibliotheque-integree-a-l-enseignement-et-a-la-recherche>]

58 MINISTERE DEL'EDUCATION NATIONALE, DEL'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE, DGESIP, Paris, Mars 2015, *CAMPUS D'AVENIR, Concevoir des espaces de formation à l'heure du numérique*, *Op.Cit.*

59 JOUGUELET (Suzanne), *Op.Cit.*

60 *Ibidem.*

Cette courte liste d'objectifs reprend les éléments fondamentaux des nouvelles politiques d'enseignements à l'heure du numérique. On y retrouve l'idée de bien-être avec la présence d'espaces de convivialité et une attention particulière au confort et aux qualités esthétiques des espaces, peu ou pas présent dans une bibliothèque universitaire classique ainsi que les notions d'ouverture et de flexibilité, caractéristiques des générations natives d'Internet. La conception des espaces conviviaux et très ouverts apparaît comme cohérent car cela permet un isolement volontaire et « démontre qu'il convient de favoriser la situation de l'individu qui aime être « seul au milieu des autres ». « Le paradoxe de l'individualisme contemporain conduit [...] les adultes à rêver d'une vie qui cumule, en même temps - et non successivement- des moments de solitude et des moments de communautés, d'une vie qui autorise à être ensemble tout en permettant d'être seul si [l'individu] le veut »⁶¹.

La volonté d'atteindre une « accessibilité maximale », répond aux nouvelles manières d'étudier et d'enseigner, plus flexibles, plus souples, facilitées par l'usage du numérique. En effet, si « l'accessibilité maximale » passe entre autre par des « horaires étendus » dans l'espace physique, cette facilité d'accès est largement renforcée par la possibilité offerte aux usagers d'avoir accès aux ressources numériques, la facilité de réserver un ouvrage ou des salles de travail en ligne... qui favorise la *déterritorialisation* de l'apprentissage et son caractère asynchrone. Cela permet aux étudiants et aux enseignants de moduler et d'adapter leur apprentissage à leur mode de vie, de plus en plus nomade en facilitant l'accès aux ressources pédagogiques en tous temps et en tous lieux.

Le « personnel aux compétences multiples, [l']effacement des frontières entre professionnels, et [le] regroupement des services d'information dans plusieurs domaines »⁶² favorise l'interdisciplinarité, les relations plus « horizontales » entre étudiants et/ou enseignants est l'un des facteurs qui fait du *Learning Center* un espace d'apprentissage hybride, multifonctionnel et fédérateur. Spatialement, ce décroisement entre disciplines et dans les relations sociales se traduit de manière très littérale par un plan ouvert, très peu cloisonné. La différenciation des espaces passe plutôt par les « traitements de couleurs, matériaux, mobiliers, niveaux spécifiques »⁶³ et plus rarement par le cloisonnement des espaces.

Comme nous l'avons vu plus tôt, le *Learning Center* s'inscrit de manière particulièrement remarquable dans les nouvelles conceptions d'enseignement à l'ère du numérique et prend le contre-pied des établissements universitaires issus de la reconstruction qui reprenaient les dogmes modernistes : fonction unique et rigide, regroupement de « toutes les fonctions de même nature »⁶⁴...

En effet, le maître mot du *Learning Center* semble être « polyvalence » : « tous les espaces ont été envisagés comme susceptibles de répondre à plusieurs usages »⁶⁵ pouvant satisfaire

61 MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE, DGESIP, Paris, Mars 2015, CAMPUS D'AVENIR, Concevoir des espaces de formation à l'heure du numérique, *Op.Cit.*

62 JOUGUELET (Suzanne), *Op.Cit.*

63 MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE, DGESIP, Paris, Mars 2015, CAMPUS D'AVENIR, Concevoir des espaces de formation à l'heure du numérique, *Op.Cit.*

64 Cahiers Pédagogiques, *Op.Cit.*

65 MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE, DGESIP, Paris, Mars 2015, CAMPUS D'AVENIR, Concevoir des espaces de formation à l'heure du numérique, *Op.Cit.*

le plus aisément possible le nomadisme 2.0 des étudiants, favorisé par la présence d'une connection Wi-Fi de qualité, le travail collaboratif, le besoin d'apprendre dans un lieu confortable, familier... Cette flexibilité des espaces s'avère doublement pertinente car elle facilite, en plus de ce que nous venons de voir, l'adaptation du bâtiment à d'autres types d'apprentissage, existants ou à venir.

Dans le cadre du *Learning Center*, la polyvalence et l'ouverture des espaces ainsi que le support indispensable des TIC ont permis de créer un espace particulier, attractif, emblématique « où étudiants et professeurs [ont] envie de rester après les cours, pour travailler, échanger, discuter ou encore partager »⁶⁶.

Il constitue ainsi un exemple extrêmement fort - sinon le plus remarquable - quant à la réflexion et à la conception des Nouveaux Espaces d'Apprentissage en prenant en compte simultanément, dispositifs spatiaux, technologies numériques et pédagogie afin de répondre au mieux aux attentes et aux exigences des acteurs pédagogiques.

66 *Ibidem.*

Illustration 18:

La bibliothèque
du Rolex Learning Center
de SANAA.



Illustration 19:

Une zone de travail
en OpenSpace du
Rolex Learning Center
de SANAA.

Illustration 20:

Vue des espaces extérieurs
du Rolex Learning Center
permettant aux étudiants
de travailler et de se
rencontrer, se reposer...

Illustration 21:

Des espaces de travail en
groupe, cloisonnés mais
ouverts visuellement et
du mobilier confortable
rappelant le cadre
domestique et favorisant
la notion de «tiers-lieu».



Illustration 22 (en bas):

L'amphithéâtre du Rolex Learning Center de SANAA.



Partie 2 :

Les espaces d'apprentissage informel.

Comme nous venons de le voir, l'introduction du numérique au sein de l'enseignement a été à l'origine d'une nouvelle approche et de modifications de la pédagogie et des espaces physiques. Ces modifications ont impactés de différentes manières et avec plus ou moins d'effets les espaces d'enseignements formels. En plus de cela, l'émergence des technologies a (ré)ouvert un champ de pratique d'apprentissage plus informel. En effet, certains espaces autrefois considérés comme des espaces servants sont de plus en plus intégrés dans les pédagogies actives et certaines universités, admettent de plus en plus que l'apprentissage ne se limite pas aux espaces formels mais également au sein des espaces informels. Cette partie vise à mettre en avant la manière dont l'acte d'apprentissage trouve d'autres formes en dehors des espaces formels, notamment dans des espaces autrefois dédiés quasiment uniquement aux circulations.

Les espaces de circulations et les halls :

L'introduction des TICE depuis quelques années a été à l'origine d'une redéfinition des espaces de circulation (couloirs, escaliers...) et des halls, favorisant l'apprentissage informel, les rencontres et le bien-être de tous les usagers des établissements d'enseignement. Autrefois majoritairement conçus et vécus comme des espaces simplement *servants* et dont l'utilité ne consistait que d'aller d'un point A jusqu'à un point B, les espaces de circulation n'étaient que destinés au « transit », au passage, ne favorisant ni l'arrêt, ni les rencontres.

L'exemple classique de cette mono-fonctionnalité se retrouve parfaitement dans les plans des établissements issus de la reconstruction dans lesquels les couloirs sont généralement étroits, mal éclairés et desservants de parts et d'autres des salles de classes stéréotypées. Ainsi, la sortie simultanée de plusieurs salles de cours, n'était pas à l'origine de rencontres ou de bien-être pour les usagers mais plutôt de frictions, de collisions et de tensions.

Les nouvelles politiques pédagogiques, qui mettent en avant le bien-être, la convivialité et la possibilité de nouvelles méthodes d'apprentissages n'ont bien évidemment pas fait l'impasse sur cette problématique.

Ainsi, lors de réhabilitation ou de construction de Nouveaux Espaces d'Apprentissages, les espaces de circulations ne sont plus simplement considérés comme des espaces de passages mais également comme des lieux d'échanges, de rencontres où étudiants et enseignants peuvent s'arrêter pour échanger, travailler, se reposer... Cette nouvelle approche implique d'abord de redimensionner les circulations – de l'ordre de 30% supplémentaires - afin de pouvoir répondre à la fonction principale, le déplacement, tout en permettant un usage détourné et plus flexible, qui ne gêne pas la fonction principale. De plus, une attention toute particulière doit être de rigueur pour créer un espace agréable, idéalement éclairé naturellement et se rapprochant d'un environnement familier, proche de celui de la sphère domestique notamment grâce à la présence d'un mobilier confortable, modulaire et ludique. Ces nouvelles configurations des espaces servants tendent à modifier leurs statuts et leurs fonctions lorsque ceux-ci intègrent en plus d'un minimum de confort et d'une capacité d'adaptation, une Wi-Fi de qualité ainsi que des prises électriques permettant aux étudiants d'utiliser leur propre matériel informatique. Le redimensionnement des circulations, leur flexibilité et la liberté d'appropriation qu'ils permettent, spatialement et temporellement produisent des effets bénéfiques dans le cadre d'un enseignement informel entre pairs ou plus horizontal avec les enseignants. En effet, « les étudiants investissent naturellement les espaces comme les halls de bâtiments, [et] on constate une diversité et une liberté de comportements qui ne trouvent pas d'équivalent dans les salles de ressources ou dans les bibliothèques où des règles d'usages s'appliquent »⁶⁷.

⁶⁷ MINISTERE DEL'EDUCATION NATIONALE, DEL'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE, DGESIP, Paris, Mars 2015, CAMPUS D'AVENIR, Concevoir des espaces de formation à l'heure du numérique, *Op.Cit.*

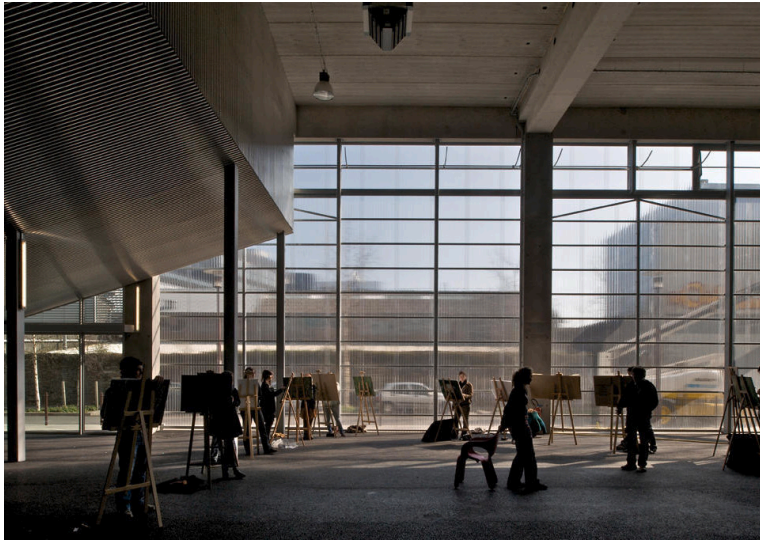


Illustration 23 (ci-contre):

Vue des espaces de circulation, pensés comme des espaces appropriables au sein de l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes de Lacaton et Vassal.



Illustration 24 (ci-contre):

Vue des espaces de circulation, pensés comme des espaces appropriables au sein de l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes de Lacaton et Vassal.

Illustration 25 (ci-dessous):

Le «flying carpet» de Area Architects, mobilier fluide installé dans un couloir d'une école permettant aux élèves de travailler, lire, s'y reposer... Les murs ont également été peints avec une peinture permettant d'y écrire à la craie.



Les cafétérias/bars universitaires/e-learning café:

Tout comme les espaces de circulations, les cafétérias universitaires, les espaces de restauration et autres espaces de détente ont profondément changé ces dernières années. Héritières des cantines ou des restaurants universitaires, les cafétérias universitaires tendent largement à changer de fonctions et d'aménagements en comparaison avec leurs ancêtres.

En effet, la cantine ou le restaurant universitaire, généralement organisé de manière extrêmement rationnel et rigide avait comme principale, voir unique fonction, d'être un espace de restauration organisé autour d'un self-service et de tables rectangulaires strictement alignées. Généralement on y venait simplement déjeuner dans un brouhaha de cliquetis de couverts et de conversations inaudibles avant de repartir quasiment aussitôt. A l'inverse de ce qui vient d'être énoncé, de manière certes légèrement caricaturale, les nouveaux espaces de détente et de restauration ont comme objectif d'être « de véritables lieux d'échanges »⁶⁸, s'appuyant sur le principe de *tiers-lieu* conceptualisé par Ray Oldenburg - sociologue américain - en 1989. D'après Oldenburg, le *tiers-lieu* est un environnement social qui diffère du cadre domestique et du lieu de travail et « s'entend comme un volet complémentaire, destiné à la vie sociale de la communauté, et se rapporte à des espaces où les individus peuvent se rencontrer, se réunir et échanger de façon informelle »⁶⁹.

Les cafétérias ou les bars universitaires apparaissent comme un parfait exemple de *tiers-lieu* au sein d'un campus. Paradoxalement, la fonction première d'une cafétéria universitaire, c'est-à-dire se restaurer, tend à être reléguée à un second plan, sans toutefois disparaître. L'aménagement de ces nouveaux espaces met plutôt en avant l'idée d'une plurifonctionnalité et d'une modularité maximisée. Grâce à la présence d'un Wi-Fi de qualité, de nombreuses prises électriques et d'un mobilier mobile et confortable rappelant le cadre domestique (canapés, poufs, tables et fauteuils...) les étudiants s'approprient naturellement l'espace et pratiquent différentes activités. Contrairement aux restaurants universitaires, les cafétérias sont en généralement occupées tout au long de la journée, grâce à la multiplicité des usages possibles en leurs seins. On y retrouve ainsi à toutes heures de la journée des étudiants qui y mangent, travaillent seuls ou en groupes, se détendent, dorment, échangent de manières informelles avec leurs pairs ou avec leurs enseignants...

Cette pluralité d'activités existe et parfois cohabite de manières différentes : soit par le biais de différentes temporalités grâce à un espace relativement flexible soit par le biais d'aménagements spatiaux spécifiques. Dans le premier cas, la plurifonctionnalité du lieu est possible par un séquençage temporel, l'espace servant tour à tour d'espace de restauration aux heures des repas puis d'espaces de travail ou de rencontres informelles. Dans le second cas, la multifonctionnalité est permise par des aménagements spatiaux spécifiques ou par l'usage d'un mobilier adaptatif. Ainsi, au sein d'un même espace et d'un même temps, des étudiants peuvent déjeuner (chaises, tables, canapés...) pendant que d'autres se reposent (canapés, poufs...) ou que d'autres travaillent seuls ou en groupes (chaises, tables, prises électriques, parois sonores, alcôves, mezzanine...)

68 *Ibidem.*

69 <https://fr.wikipedia.org/wiki/Tiers-lieu>

Il apparaît déjà qu'une des conditions *sine qua non* de la réussite de ces espaces réside dans « la flexibilité des espaces et leur capacité à être reconfigurables »⁷⁰. Il appartient ainsi aux usagers, étudiants comme enseignants de personnaliser, *d'individualiser* leur espace pour les adapter à leurs besoins. De plus, il est aisé pour les administrations de confier la gestion de ces espaces aux étudiants, favorisant ainsi leur autonomisation, un sentiment d'appartenance et une relation de confiance entre administrateurs et administrés. Il convient donc de considérer et de penser ces espaces, dès leur conception comme « un mélange d'espaces pour la convivialité et d'autres pour la tranquillité et l'étude et [que la gestion] par les étudiants, [...] augmente le sentiment d'appropriation et encourage les uns et les autres à respecter l'espace, les installations et l'équipement fournis »⁷¹.

Les objectifs de ces nouveaux espaces est un exemple particulièrement fort des objectifs véhiculés par les politiques des Nouveaux Espaces d'Enseignement : favoriser le bien-être des étudiants en créant des lieux appropriables, flexibles, soutenus par les outils numériques, et qui permettent différentes manières d'étudier tout en favorisant les rencontres.

70 MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE, DGESIP, Paris, Mars 2015, CAMPUS D'AVENIR, Concevoir des espaces de formation à l'heure du numérique, *Op.Cit.*

71 *Ibidem.*

Illustration 26 (ci-contre):

Vue d'un restaurant universitaire classique de l'Université de Strasbourg.

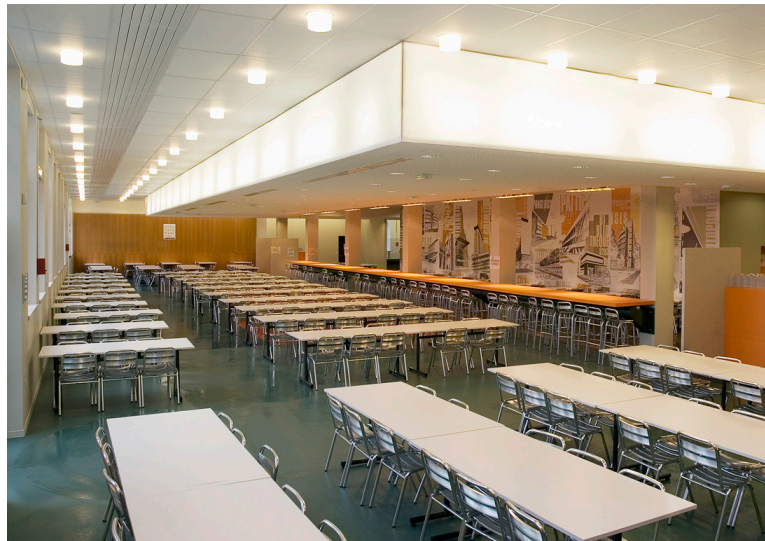


Illustration 27 (ci-contre):

Perspective de concours d'une cafétéria universitaire de la Marselisborg High School de GPP Architects.



Illustration 28 (ci-dessous):

Perspective de concours d'une cafétéria universitaire de la Marselisborg High School de GPP Architects.



Les espaces extérieurs :

Tout comme les espaces de circulation et les espaces de détente, les espaces extérieurs n'ont que très rarement été considérés comme des espaces participant à l'instruction, à l'exception notable de certaines pédagogies d'avant-garde avec par exemple, le cas emblématique de l'Ecole de plein air Permanente de Suresnes. Toutefois, contrairement aux espaces précédemment cités, les espaces extérieurs comme les espaces verts, cours, esplanades... ont depuis longtemps été « spontanément investis par les étudiants »⁷² car plus facilement appropriables.

Bien que déjà largement pratiqués, ces espaces nécessitent bien souvent quelques modifications afin de pouvoir répondre au mieux aux attentes des usagers. Il revient en effet aux établissements d'élargir l'étendue des couvertures Wi-Fi afin de permettre aux étudiants et enseignants de pouvoir continuer à être connectés hors des murs des établissements. De plus, afin de créer les conditions propices à l'apprentissage, aux rencontres et au bien-être, les espaces extérieurs doivent être considérés comme partie prenante d'un établissement ou d'un campus. Il convient donc de réorganiser ses espaces, entretenir les espaces verts, mettre à disposition un mobilier confortable, prévoir des endroits plus abrités en cas de mauvais temps...

Grâce à quelques menus ajustements, les étudiants ont tendance à investir naturellement les espaces verts, les terrasses, certains toits accessibles, les interstices... et étendent ainsi les espaces d'enseignement répondant ainsi partiellement et ponctuellement au manque de mètres carrés de nombreuses universités.

Enfin, la valorisation des espaces extérieurs, dès lors qu'ils sont au sein d'un campus, favorise la rencontre et la création de liens entre étudiants issus de différentes disciplines, participe au bien-être des usagers et encourage une pédagogie plus informelle, coopérative et nomade.

72 MINISTERE DEL'EDUCATION NATIONALE, DEL'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DELA RECHERCHE, DGESIP, Paris, Mars 2015, CAMPUS D'AVENIR, Concevoir des espaces de formation à l'heure du numérique, *Op.Cit.*

Illustration 29 (ci-contre):

Vues des espaces extérieurs de la cafétéria Malesherbes, Paris IV Sorbonne. On constate la présence de mobiliers extérieurs spécifiques ainsi que l'appropriation spontanée de certains espaces (notamment les escaliers) par les étudiants. Patrick Mauger Architecte.



Illustration 30 (ci-contre):

Vues des espaces extérieurs de la cafétéria Malesherbes, Paris IV Sorbonne. Patrick Mauger Architecte.



Illustration 31 (ci-dessous):

Vue des espaces extérieurs du Gammel Hellerup Gymnasium de BIG architecture.



Partie 3 :

Les espaces d'apprentissage spécifique.

Comme nous l'avons vu jusqu'à présent, l'émergence du numérique a conduit à repenser et à adapter les espaces d'enseignement traditionnel afin qu'ils puissent répondre aux attentes et aux exigences induites par la disruption technologique que nous connaissons. Si ces espaces ont dû et ont pu être repensés et sont supportés par les outils numériques, d'autres ont vus le jour et ne pourraient exister sans les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC). Dans cette partie, nous nous intéresserons à deux cas particuliers et emblématiques de NEA, les ateliers de fabrication numérique et les salles de réalité immersive.

Les ateliers de fabrications numériques (AFN):

Avant d'entrer dans le vif du sujet, il me semble important de faire un bref point étymologique. En effet, comme souvent dans les domaines du numérique, et peut-être encore plus dans la langue française (la majorité des termes étant anglais et souvent difficilement traduisible), une grande confusion règne entre différents termes et différentes approches, plus ou moins proches mais comportant néanmoins des différences, souvent considérées comme minimales par le grand public mais cependant importantes.

Dans cette partie nous utiliserons l'appellation généraliste d'ateliers de fabrications numériques (AFN) afin d'englober l'ensemble des pratiques liées à la fabrication numériques dans des ateliers ouverts. On retrouve au sein de ces AFN les *Fab Lab* (abréviation de *Fabrication Laboratory*), les *Makerspaces*, les *TechShop* ou plus rarement les *Hackerspaces*, *Hacklabs*, *Hackspaces*⁷³...

Si l'ensemble de ces espaces ont en commun un usage massif de « de la technologie, de l'informatique et de l'électronique »⁷⁴ dans le cadre d'un travail collaboratif et participatif avec dans la majorité des cas comme finalité le prototypage et la création d'objets physiques, tous les espaces nommés plus tôt répondent à des chartes et des valeurs différentes.

L'apparition des AFN tels que nous les connaissons aujourd'hui remonte aux années 90 avec la création des premiers *Hackerspaces* puis avec la création par Neil Gershenfeld du premier *Fab-Lab* au sein du Massachusetts Institute of Technology (MIT) en 2001 et répondant à une charte particulière, la *Fab Charter*.⁷⁵ Conçu à l'origine comme un espace dédié « à la recherche et à l'enseignement »⁷⁶ notamment avec deux cours du MIT, « le cours (MAS.863) [...] « *How To Make (Almost) Anything* » (« Comment fabriquer (presque) n'importe quoi ») et le cours (MAS.S62) [...] « *How To Make Something That Makes (Almost) Anything* » (« Comment fabriquer quelque-chose qui fabriquera (presque) n'importe quoi ») »⁷⁷, les AFN se sont également développés « en tant que forme de production par les pairs (Benkler, 2006) issue du capitalisme d'entreprise dans sa version néolibérale »⁷⁸.

Qu'ils soient utilisés à des fins pédagogiques ou professionnels, les AFN possèdent des caractéristiques communes. En effet, ces espaces sont des espaces ouverts et connectés à l'échelle mondiale, qui favorisent les rencontres, le travail collaboratif, l'échange de connaissances entre pairs ainsi que le partage de machines, d'outils et de savoirs faire. Les AFN constituent de plus un exemple particulièrement remarquable des liens extrêmement forts entre mondes virtuel et physique, désormais indissociables et intrinsèquement liés. En effet, le succès des AFN repose sur « des modèles particuliers

73 La notion de *Hacker*, très déprécié en français, doit être comprise dans son sens premier, c'est-à-dire considérer le *Hacker* comme un passionné d'informatique codant et inventant par plaisir et non pas comme un pirate informatique, en anglais *Cracker*.

74 BOTTOLLIER-DEPOIS (François), DALLE (Bertrand), EYCHENNE (Fabien), JACQUELIN (Anne), KAPLAN (Daniel), NELSON (Jean), ROUTIN (Véronique), avril 2014, Etat des lieux et typologie des ateliers de fabrication numérique, Rapport final, [Disponible sur Internet : https://www.entreprises.gouv.fr/files/files/directions_services/etudes-et-statistiques/etudes/numerique/etat-des-lieux-fablabs-2014.pdf]

75 The Fab Charter, [Disponible sur Internet : <http://fab.cba.mit.edu/about/charter/>]

76 BIASE (Alessia de), OTTAVIANO (Nancy), ZAZA (Ornella); DIGITAL POLIS La ville face au numérique : enjeux urbains conjugués au futur ; Ed. l'œil d'or ; Mars 2018, ISBN : 978-2-913661-88-2 ; 232 pages.

77 https://fr.wikipedia.org/wiki/Fab_lab#cite_note-:1-13

78 BIASE (Alessia de), OTTAVIANO (Nancy), ZAZA (Ornella), *Op.Cit.*

de relations où les dimensions en ligne et hors ligne se complètent pour remplir différentes fonctions comme les tâches économiques, de gestion, sociales ou créatives »⁷⁹. Ainsi, les communautés de *makers* particulièrement actives, qu'elles soient virtuelles et déterritorialisées ou de proximité jouent un rôle fondamental dans le partage des savoirs, le travail collaboratif et le « bon usage » des ateliers.

Dans le cadre universitaire, qui nous intéresse ici, les AFN tendent à répondre à plusieurs aspirations : « celle « d'apprendre, créer et partager », celle d'accueillir des formations transdisciplinaires, et enfin celle d'adapter l'enseignement aux nouveaux usages et nouvelles technologies numériques »⁸⁰.

En effet, autrefois inspiré par le modèle *DIY* (*Do It Yourself*), ce type d'espaces tend désormais plus à valoriser le *DIWO* (*Do It With Others*) et le *Learning by Doing*. Cette nouvelle approche de *DIWO* s'avère particulièrement intéressante et cohérente avec les politiques de collaboration, d'apprentissage actif et d'autonomisation des étudiants portées par les NEA. L'introduction des AFN au sein des universités (dont ils sont d'ailleurs originaires) a permis de consolider et d'explicitier les liens entre espaces virtuels et espaces physiques et semble tout à fait pertinent à l'heure du « Web 3.0 », ou « Internet des Objets », qui fait suite au « Web social » dont nous parlions en introduction. L'internet des Objets (en anglais Internet of Things, IoT) qui consiste à « l'extension d'Internet à des choses et à des lieux du monde physique »⁸¹ jette un pont encore plus fort entre mondes virtuel et physique en liant des objets physiques avec des informations numériques autrefois uniquement réservées au cyberspace.

Les ateliers de fabrication numérique universitaires sont équipés de nombreuses machines numériques (imprimantes 3D, découpes laser, fraiseuses à commandes numériques...) qui permettent le prototypage rapide et la création d'objets physiques réalisés à partir d'un ordinateur par le biais de logiciels de CAO. Ainsi, les AFN « repose[nt] sur la réappropriation des techniques et la créativité par le libre échange des idées. L'accès à la technologie est donc facilité par le travail en communauté »⁸². En plus d'un support technologique très fort et inhérent à ce type de structures, on retrouve au sein des AFN des personnels spécialistes dans l'utilisation de logiciels 3D et dans la fabrication numérique, capables d'aider et d'accompagner les étudiants dans leurs travaux. Cependant, une des caractéristiques les plus remarquables des AFN est l'application d'une pédagogie transversale et horizontale. En effet, ici, l'apprentissage n'est pas monodirectionnel mais distribuée, entre pairs apportant chacun ses connaissances, les partageant et les enrichissant aux contacts des autres *makers*. Cette volonté d'ouverture et de partage se traduit également à travers l'usage d'un espace numérique ouvert et collaboratif (majoritairement OpenSource) sous la forme d'un *Wiki* et également dans l'espace physique ; les deux étant liés et interdépendants.

Un *Wiki* est un type « application web qui permet la création, la modification et l'illustration collaboratives de pages à l'intérieur d'un site web »⁸³. Ce genre d'application

79 *Ibidem*.

80 MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE, DGESIP, Paris, Mars 2015, CAMPUS D'AVENIR, Concevoir des espaces de formation à l'heure du numérique, *Op.Cit.*

81 https://fr.wikipedia.org/wiki/Internet_des_objets

82 MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE, DGESIP, Paris, Mars 2015, CAMPUS D'AVENIR, Concevoir des espaces de formation à l'heure du numérique, *Op.Cit.*

83 <https://fr.wikipedia.org/wiki/Wiki>

est très largement utilisé dans le domaine de la fabrication numérique, qu'elle soit commerciale ou pédagogique. Les *Wikis* permettent de regrouper au sein d'un même espace virtuel, une communauté à l'échelle mondiale, autour d'intérêt commun, libérée des contraintes spatio-temporelles du monde physique et favorise la transmission des connaissances, le partage d'expérience ainsi que certains projets itératifs et participatifs déterritorialisés. Du fait du libre accès de ces applications, que ce soit en lecture ou en écriture, permettant à tout internaute d'avoir accès à des ressources, d'en créer ou d'en modifier, les *Wikis* constituent véritablement un espace de travail et de connaissance mouvant et collaboratif.

Parallèlement à cela, on retrouve au sein de l'espace physique des ateliers de fabrication numérique une communauté extrêmement dynamique, rassemblée autour d'intérêt commun, de valeur de partages et d'expérimentations. Cette proximité et ces interactions physiques ne constituent en rien un substitut aux relations en ligne au même titre que les communautés virtuelles ne remplacent pas les communautés physiques. Les relations physiques et virtuelles et surtout leurs entrecroisements constituent véritablement les conditions d'existence et de bon usage de AFN et révèlent ce qu'avait annoncé Novak dans les années 90, que notre monde est depuis plusieurs décennies passé à « la réalité augmenté ».

Spatialement, cette ouverture, cette hybridation et cette liberté des usages se matérialisent de manière très littérale. Les espaces sont généralement très flexibles et surtout appropriables. Certains équipements ou machines très spécifiques et imposants empêchent toutefois une totale liberté dans les réaménagements spatiaux.

Ainsi, les AFN constituent un exemple particulièrement intéressant de NEA ainsi que de *tiers-lieu* au sein des établissements d'enseignement et explicitent parfaitement les liens prégnants entre mondes physiques et virtuels. Dans un cadre pédagogique les ateliers de fabrication numérique permettent une approche ouverte, participative et expérimentale de l'enseignement. Ils autorisent également un apprentissage plus actif suivant l'idée de *Learning by doing* (apprendre en faisant) ainsi qu'un certain lissage de la hiérarchie grâce à une approche plus collaborative : « même lorsque les usagers travaillent sur des projets personnels, ils s'engagent à partager leur travail, tant durant la fabrication que dans la production de documents explicatifs de leur raisonnement et de leur processus de travail »⁸⁴.

84 MINISTERE DEL'EDUCATION NATIONALE, DEL'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE, DGESIP, Paris, Mars 2015, CAMPUS D'AVENIR, Concevoir des espaces de formation à l'heure du numérique, *Op.Cit.*



Illustration 32 (ci-contre):

Vue de l'AFN de la
Stanford University
Design School.



Illustration 33 (ci-contre):

Vue de l'AFN de la
Stanford University
Design School.



Illustration 34 (ci-dessous):

Vue du Fablab
Luzern en Suisse.

Les salles de réalité immersive :

Les salles de réalité immersive, également appelées *Cube immersif 3D*, *voûte immersive* ou *CAVE*⁸⁵ pour *Cave Automatic Virtual Environment*⁸⁶ est un environnement immersif en 3 dimensions, à ne pas confondre avec les casques de Réalité Virtuelle.

Les salles de réalité immersive sont basées sur un principe relativement simple bien que nécessitant des installations très onéreuses et du matériel de pointe parfaitement calibré. Elles sont constituées de 2 à 5 parois constituant une pièce au centre de laquelle se place l'utilisateur. Des projecteurs diffusent une vidéo en 3 dimensions sur les parois et, plus rarement sur le sol et le plafond. L'utilisateur est équipé « d'un masque-lunettes 3D »⁸⁷ semblable à celles utilisés lors de projections cinématographique en 3D. Elles sont munies de capteurs, également appelés *trackers* permettant de situer les mouvements de tête de l'utilisateur dans l'environnement virtuel en 3 dimensions. De plus des caméras infrarouges sont également utilisées comme « capteurs de mouvements »⁸⁸ afin de positionner l'utilisateur au sein de l'espace virtuel. L'ensemble des données des *trackers* est directement envoyé à un ordinateur, « couplé à un projecteur en 3D [...] afin de calculer en temps réel les images à projeter en fonction des déplacements de l'utilisateur »⁸⁹.

L'utilisateur est également équipé d'une télécommande lui permettant de déplacer sa projection virtuelle au sein de l'environnement 3D (la salle de réalité immersive étant bien souvent plus petite que l'espace représenté, cela évite à l'utilisateur de heurter les parois) et d'interagir avec les éléments présents. Il peut par exemple, saisir des objets, les utiliser, les modifier... par le biais de la télécommande. La très haute résolution des images projetées ainsi qu'un son « surround » (son multicanal) de qualité permet à « l'utilisateur, qui se place au centre du CAVE, [d'être] ainsi totalement immergé dans le monde virtuel projeté sur les murs et le sol de la pièce. La technologie permet à l'utilisateur de voir des objets ou des personnages en 3D [...] et peut même se déplacer autour comme s'il s'agissait d'objets physiques »⁹⁰.

Le système CAVE se distingue ainsi des autres systèmes de Réalité Virtuelle, en plaçant l'utilisateur dans un espace virtuel, supporté par des éléments physiques plutôt qu'en plongeant simplement dans l'espace virtuel à l'aide de masque 3D occultant. En effet, les lunettes 3D utilisées dans ce dispositif ne sont pas occultantes mais permettent de voir les éléments projetés en 3 dimensions. Cela offre un double avantage que n'offre pas la VR (Virtual Reality) traditionnelle. L'utilisateur peut toujours voir son corps et notamment ses bras et ses mains dans l'espace virtuel – chose impossible avec les lunettes de VR occultantes – ce qui permet de supprimer « l'aspect anxiogène de porter un casque de

85 L'appellation CAVE, en plus d'être un acronyme pour *Cave Automatic Virtual Environment* fait également référence à l'allégorie de la grotte de la République de Platon dans laquelle un philosophe contemple la perception, la réalité et l'illusion. (https://en.wikipedia.org/wiki/Cave_automatic_virtual_environment)

86 LABBE (Pierrick), 18 février 2017, *Le CAVE : l'expérience ultime de réalité virtuelle immersive en 3D*, [Disponible sur Internet : <https://www.realite-virtuelle.com/cave-realite-virtuelle-vr>]

87 RENOUX (Stephen), Novembre 2018, *Scénarios pédagogiques pour la Réalité virtuelle immersive dans l'enseignement professionnel*, [Disponible sur Internet : <http://eduscol.education.fr/experitheque/fiches/fiche11472.pdf>]

88 LABBE (Pierrick), *Op.Cit.*

89 *Ibidem.*

90 *Ibid.*

réalité virtuelle qui cache totalement la vue de l'environnement extérieur »⁹¹ et renforce l'impression d'être totalement immergé dans un espace virtuel. De plus, les utilisateurs sont nettement moins sujets au phénomène de *Cybersickness*⁹² causant des maux de tête et des nausées lors d'une utilisation prolongée.

Dans une approche pédagogique, le système CAVE permet de placer l'étudiant dans une situation impossible ou difficile à recréer dans un espace strictement physique. Par exemple l'étudiant peut être placé dans une situation à risque, pour lui ou pour autrui ou pouvant engendrer de forts coûts en cas d'erreur⁹³. L'étudiant peut ainsi sans risque mettre en pratique un enseignement théorique et s'entraîner sans aucun risque. Du fait qu'il est tracé et que les sessions peuvent être enregistrées, une évaluation à posteriori peut être réalisée avec l'étudiant et ses enseignants afin de mettre en avant les points positifs et négatifs de son apprentissage. Bien que la pratique soit encore peu courante, on peut aisément imaginer les intérêts pédagogiques d'un tel dispositif, par exemple pour un étudiant en architecture capable de visualiser son projet à l'échelle 1 : 1, un étudiant en médecine capable de simuler une opération chirurgicale difficile ou encore un étudiant dans un domaine technique qui pourrait simuler une intervention périlleuse. Un des intérêts fondamentaux du système CAVE réside dans le fait que lorsque l'on y pénètre, « on quitte la réalité environnante [et] on est devant des objets 3D qui ont les dimensions exactes des objets réels »⁹⁴.

La modélisation d'un environnement 3D et la mise en place des scénarii se fait en étroite collaboration entre une équipe de designers spécialisés et enseignants afin que l'espace virtuel et la narration servent le plus possibles des fins pédagogiques⁹⁵. Toutefois, bien que fort séduisante, la réalité immersive doit servir des fins pédagogiques et ne constitue pas une finalité en tant que telle. Ainsi, « la réalité immersive n'a aucun intérêt pour des situations qu'on peut mettre en œuvre dans le réel en stage ou en atelier »⁹⁶ ou par le biais de simulateurs qui peuvent s'avérer plus efficaces et moins coûteux.

En effet, un des gros désavantages du système CAVE – en plus de la place qu'occupent les équipements de projections, réside dans son prix encore élevé, allant de quelques dizaines de milliers d'euros et pouvant dépasser le million.

Cependant, comme l'écrit Pierrick Labbe :

« Le CAVE est sans nul doute l'expérience en réalité virtuelle qui propose l'immersion la plus importante. Peu connu du grand public, à la différence de la réalité virtuelle avec les casques, le CAVE a pourtant de sérieux arguments à défendre et ne souffre pas de la comparaison avec les expériences de réalité virtuelle classiques avec des casques »⁹⁷.

91 *Ibid.*

92 RONFAUT (Lucie), 16 novembre 2016, *La nausée, le grand mal de la réalité virtuelle*, [Disponible sur Internet : <http://www.lefigaro.fr/secteur/high-tech/2016/11/16/32001-20161116ARTFIG00003-la-nausee-le-grand-mal-de-la-realite-virtuelle.php>]

L'effet *cybersickness*, causant nausées et maux de tête s'explique, entre autre par « l'incohérence visuo-vestibulaire, c'est-à-dire entre la vision et le système vestibulaire, l'organe de l'équilibre » et toucherait environ 45% des utilisateurs.

93 RENOUX (Stephen), *Op.Cit.*

94 *Ibidem.*

95 *Ibid.*

96 *Ibid.*

97 LABBE (Pierrick), *Op.Cit.*

Illustration 35 (ci-contre):

Schéma du principe du système CAVE.

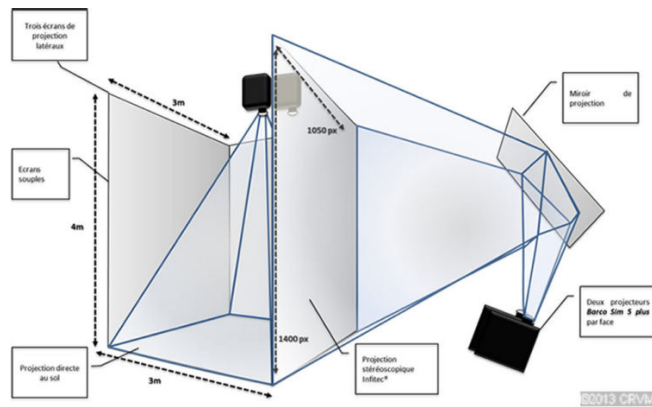


Illustration 36 (ci-contre):

Vue du système CAVE lors de l'utilisation.



Illustration 37 (ci-dessous):

Vues du système CAVE lors de l'utilisation.



Partie 4 :

Equipements:

- **Boitiers réponse ou boitiers de vote** : le boitier réponse est un dispositif qui permet aux étudiants de répondre à des QCM, des sondages, des questionnaires... en temps réel lors d'un cours.

- **Borne Wi-Fi** : une borne Wi-Fi ou point d'accès Wi-Fi ou encore *Hotspot* est un dispositif qui permet la connexion à un réseau sans fil Wi-Fi et ainsi un accès à un réseau Internet⁹⁸. La borne Wi-Fi est l'élément commun et indispensable à l'ensemble des NEA.

- **BYOD** : Le *BYOD* pour *Bring Your Own Device* que l'on pourrait traduire en français par *Apportez votre propre matériel*, est une pratique qui consiste à amener et à utiliser ses outils informatiques personnels (ordinateur portable, tablette ou *Smartphone*) dans un milieu universitaire ou professionnel. Le *BYOD* est l'un des éléments majeurs dans la réflexion concernant les NEA et n'est possible qu'avec une bonne couverture Wi-Fi et un accès aisé aux prises électriques afin de pouvoir recharger les appareils.

- **Caméra banc-titre** : une caméra banc-titre ou simplement banc-titre est un dispositif de caméra fixe permettant de filmer des documents plans (photos, images, dessins...). A l'origine utilisée dans le cinéma d'animation on l'utilise aujourd'hui dans les salles de cours ou les amphithéâtres afin de projeter des documents plans.

- **Classe mobile**: une classe mobile, ou classe nomade, est un meuble mobile contenant plusieurs ordinateurs portables, un rétroprojecteur et parfois une imprimante. Il est également équipé d'une borne Wi-Fi permettant de connecter tous les ordinateurs entre eux et au réseau Internet de l'établissement. Cet équipement permet d'assurer un support multimédia conséquent à n'importe quel espace d'enseignement et est complémentaire au dispositif *BYOD* en fournissant un équipement électronique aux étudiants qui n'en possèdent pas.

- **Dalle tactile** : Une dalle tactile est un équipement qui permet de « commander toutes les composante multimédia »⁹⁹ d'un espace de télé-enseignement (prise vidéo, prise son, rétroprojection, retours vidéo...).

- **Ecran et vidéoprojecteur/rétroprojecteur** : Le vidéoprojecteur ou le rétroprojecteur sont deux équipements permettant de projeter des images statiques ou animées sur un écran. Les écrans peuvent être de taille variable, fixes ou mobiles en fonction des usages.

98 https://fr.wikipedia.org/wiki/Borne_Wi-Fi

99 Site de l'Université Bretagne, Bretagne Campus, Loire Numérique [Disponible sur Internet : <https://campusnumerique-carte.u-bretagne Loire.fr>]

- **Filtrage ou petit serveur local** : Un petit serveur local est, comme son nom l'indique, un serveur informatique de taille restreinte, généralement utilisé pour les besoins d'un établissement ou d'un campus. C'est un dispositif informatique offrant des services aux utilisateurs comme par exemple l'échange d'informations, la mise en réseau d'imprimantes, l'authentification et le contrôle d'accès ou encore le stockage de données.

- **Imprimante.**

- **Imprimante 3D** : une imprimante 3D est une imprimante qui permet la fabrication d'objet réel en 3 dimensions par l'ajout de couche successive de matière. L'objet est d'abord modélisée sur un logiciel de CAO (Conception Assistée par Ordinateur) avant d'être imprimée. L'impression 3D permet entre autre le prototypage rapide et peu onéreux ainsi que la fabrication de pièce unique et facilement personnalisable.

- **Logiciel de visioconférence** : un logiciel de visioconférence est un logiciel qui permet de passer des appels téléphoniques ou vidéo grâce à Internet et non plus via les lignes téléphoniques. Il existe de nombreux logiciels de visioconférence comme par exemple *Skype*. Certains logiciels offrent différents services, comme l'échange de fichiers, la messagerie instantanée, le partage d'écrans, les conférences multiples...

- **Mobiliers confortables, évolutifs et mobiles** : le mobilier a un rôle particulièrement important dans les NEA. Il doit être à la fois confortables pour permettre aux usagers de retrouver une impression de cadre domestique, évolutif pour répondre aux nombreuses et très diverses exigences actuelles et à venir, ainsi que mobile pour faciliter la flexibilité et la modularité des espaces d'enseignement.

- **VDI** : VDI est un réseau de communication regroupant la Voix, les Données et le Son.

- **Stores d'occultation complète** : avec l'émergence et l'augmentation des systèmes de vidéo-projection, il est devenu nécessaire de pouvoir occulter partiellement ou totalement les espaces d'apprentissages de la lumière naturelle, notamment par l'usage de stores.

- **Retour d'écran** : un retour d'écran est un dispositif permettant à une ou plusieurs personnes d'avoir un retour en direct d'une vidéo projetée. Ce dispositif est surtout utile dans le télé-enseignement.

- **Scanner 3D** : un scanner 3D ou scanner tridimensionnelle est un dispositif qui permet de scanner des objets, c'est-à-dire de recueillir et d'analyser ses caractéristiques notamment sa forme mais également sa couleur, sa texture, sa disposition dans l'espace. Les informations recueillies sont analysées par un logiciel 3D permettant de reconstituer un modèle 3D de l'objet scanné.

- **Tableau blanc.**

- **Tableau blanc interactif** : un tableau blanc interactif (TBI) ou tableau pédagogique interactif (TPI) ou tableau numérique interactif (TNI) est un tableau interactif sur lequel il est possible de projeter un contenu numérique et d'interagir avec, soit directement

à l'aide d'un stylet ou des doigts, soit à distance à l'aide de tablettes. Il permet une pédagogie interactive et collaborative et facilite l'interaction entre homme et contenu numérique.

- **Tablette interactive** : une tablette interactive permet d'interagir, d'annoter, de modifier... un contenu numérique sur une TBI.

- **Sonorisation de haute qualité** : dans le cadre du télé-enseignement, de salles de réalité immersive ou de cours avec projection, il apparaît nécessaire d'avoir une sonorisation de haute qualité afin de faciliter l'immersion et la compréhension de tous les participants.

- **Rack de tablettes** : un rack de tablettes est un meuble mobile contenant plusieurs tablettes. Comme la classe mobile, il permet d'assurer un support multimédia conséquent à n'importe quel espace d'enseignement et est complémentaire au dispositif *BYOD* en fournissant un équipement électronique aux étudiants qui n'en possèdent pas.

Services supports:

- **Classe virtuelle** : une classe virtuelle qui permet de réunir en temps réels, enseignants et étudiants dans le cadre d'un télé-enseignement. Ce service vise à se rapprocher le plus possible d'une classe traditionnelle en favorisant la discussion, la vision, l'échange de données... Associée aux tablettes interactives et à un TBI, cela permet d'offrir un cadre pédagogique collaboratif et participatif malgré l'éloignement des utilisateurs.

- **Espace de travail numérique (ENT)** : un espace de travail numérique est un service qui permet aux étudiants et aux enseignants d'échanger des données via une plateforme Internet comme par exemple des supports de cours, les dossiers des étudiants, les emplois du temps, les ressources numériques...

- **Logiciel de vote** : un logiciel de vote est un logiciel qui permet de mettre en place des QCM, des sondages, des questionnaires... en temps réel lors d'un cours et de capter les réponses.

- **Moodle** : un *Moodle* est une plateforme d'apprentissage en ligne permettant de diffuser et d'avoir accès à des contenus et des activités pédagogiques en ligne.

- **Outil collaboratif pour le partage de document** : ce service permet l'échange facile et sécurisé de données en ligne permettant entre autre de communiquer à distance, d'échanger en temps réel, de favoriser le travail collaboratif, d'avoir accès aux données partagées n'importe où...

- **Outils de captation** : les outils de captation regroupent l'ensemble des outils utilisés pour enregistrer des cours, séminaires, réunions...

- **Outil de réservation en ligne** : les outils de réservations en ligne regroupent l'ensemble des outils, notamment les plateformes numériques, utilisés par les étudiants ou les enseignants pour réserver des espaces spécifiques, équipements ou ressources documentaires, comme des salles de cours disposées de manière particulière, les espaces de travail collaboratif, les machines des ateliers de fabrication numérique, des livres...

- **Services d'assistance en ligne** : les services d'assistance en ligne garantissent le bon fonctionnement des équipements numériques. Ils sont d'autant plus importants et nécessaires que de plus en plus de cours, services, administrations... sont supportées et dépendantes des outils numériques.

Conclusion :

Comme nous l'avons vu tout au long de ce rapport, l'émergence des outils numériques dans la société, puis au sein de l'enseignement avec l'apparition des TICE amène les professionnels de l'éducation à re-questionner les pratiques pédagogiques et donc la forme scolaire. Cette introduction des TICE et la volonté d'adapter les contenus pédagogiques ainsi que le rapport à l'apprentissage aux générations natives d'Internet ont mis à mal les dispositifs pédagogiques et spatiaux traditionnels. En effet, la forme scolaire « classique » que nous connaissons, reflet d'une pédagogie particulière à un moment donné, s'avère de moins en moins adaptée aux attentes et aux exigences des élèves et des étudiants, toujours plus connectés.

Autrefois basée sur des relations asymétriques, verticales et descendantes (*top-down*), c'est-à-dire, un enseignant s'adressant à un public passif, l'éducation tend à muter vers des approches plus ascendantes (*bottom-up*), horizontales et collaboratives. De plus, la suppression des contraintes spatio-temporelles dues à l'usage d'Internet permet à l'éducation de s'affranchir du cadre strict du « ici » et « maintenant » et autorise un apprentissage qui puisse être asynchrone et déterritorialisé. Ce nouveau paradigme favorise la collaboration, l'autonomisation, la personnalisation, l'apprentissage actif... des étudiants et semble cohérent avec les mutations sociétales engendrées par la généralisation du numérique. Ainsi, « l'arrivée du numérique, [...] dans l'écosystème scolaire et supérieur, à la fois transforme la relation des élèves aux savoirs, et modifie les modes de transmission et les contextes d'apprentissage. Cette évolution oblige [également] les enseignants à repenser l'articulation entre différents temps et différents lieux d'apprentissage pour leurs élèves, et à prendre en compte un certain nombre de pratiques et de savoirs qu'ils ont développés en dehors de l'école »¹.

L'extension de l'espace-temps d'apprentissage en dehors des murs des établissements et des heures de présence et la reconnaissance du fait que l'enseignement se fait de plus en plus de manière informelle nous oblige à réinterroger les espaces, la pédagogie et les technologies. Ainsi, il apparaît que l'architecture scolaire, indissociable et support de l'enseignement joue d'ores et déjà un rôle prépondérant dans la refonte des systèmes pédagogiques. Il appartient donc aux architectes, enseignants, administrateurs, étudiants... de réfléchir ensemble pour générer « une cohérence et une complémentarité entre les apprentissages formels et informels »² ainsi qu'entre espaces physiques et virtuels. En effet, si l'on peut aisément opposer les couples formel/informel et physique/virtuel, dans le cadre des NEA, il est nécessaire de les associer et des considérer comme complémentaires.

De plus, il semble également important de ne plus considérer les espaces d'apprentissage comme uniquement dédiés à cette unique fonction mais également comme des « espaces de socialisation, de création, d'expérimentation, espaces individuels ou collectifs »³, capables de favoriser le bien-être de l'ensemble des acteurs pédagogiques. L'espace devient ainsi un « facilitateur »⁴.

1 Institut français de l'éducation, Groupe de travail OCEAN, *Les Nouveaux Espaces d'Apprentissage*, dossier de capitalisation, version janvier 2018, [Disponible en ligne : <http://ife.ens-lyon.fr/ife/recherche/numerique-educatif/nouveaux-espaces-dapprentissage/dossier-de-capitalisation-nea-janvier-2018>]

2 *Ibidem*.

3 *Ibidem*.

4 MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE, DGESIP, Paris, Mars 2015, CAMPUS D'AVENIR, Concevoir des espaces de formation à l'heure du numérique, *Op.Cit*.

S'il est vrai que les outils numériques ont eu - et continuent d'avoir – un fort impact sur les réflexions pédagogiques (relations étudiants/enseignant, pratiques plus collaboratives et actives, modification de l'espace-temps de l'apprentissage...) il est essentiel de garder à l'esprit qu'ils ne sont que des outils et en aucun cas une finalité. En effet, Il suffit d'observer les quelques exemples de ce rapport pour se rendre compte que dans la majorité des cas, il n'y a pas du tout de débauche technologique au sein des NEA, le support numérique étant bien souvent ponctuel et discret (Wi-Fi, prises électriques...). Cependant ce support numérique, qui peut même parfois sembler anecdotique, rend possible une grande variété de pratiques et amène à plus de flexibilité, à condition que les espaces physiques et numériques soient « pensés dans leurs complémentarités et synergies »⁵. En effet, l'outil numérique, s'il n'est pas associé à des espaces bien pensés, un mobilier flexible, mobile et confortable, une pédagogie adaptée et aux usagers, n'a bien entendu aucun sens. De plus il n'a pas fallu attendre l'apparition d'Internet pour voir apparaître des systèmes éducatifs innovants, actifs et participatifs comme en témoigne, entre autre, le cas emblématique de l'Ecole de plein air Permanente de Suresnes. L'outil numérique s'inscrit donc « dans l'histoire des pédagogies actives qu'il vient revivifier et pour lesquelles il ouvre de nouvelles perspectives »⁶.

Toutefois, il convient de ne pas tomber dans un techno-optimisme naïf qui pourrait nous amener à penser que l'usage des TICE serait une réponse providentielle à toutes les problématiques éducatives. L'introduction des outils numériques dans l'enseignement et l'apparition de la notion de NEA soulèvent de nombreuses questions mises en avant par le groupe de travail numérique Océan en janvier 2018 :

5 *Ibidem.*

6 Institut français de l'éducation, Groupe de travail OCEAN, *Les Nouveaux Espaces d'Apprentissage*, dossier de capitalisation, *Op.Cit.*

« 1. Des questionnements autour de la pertinence et de l'efficacité pédagogique de ces Nouveaux espaces d'apprentissage :

- A quelles conditions et dans quel contexte l'investissement de ces NEA par les enseignants peut-il être bénéfique ? Pour quels élèves, quelles problématiques éducatives ?

- En quoi l'utilisation de ces NEA favorise-t-elle l'acquisition de compétences ? Quelles compétences spécifiques les différents types de NEA permettent-ils de développer ? Sont-ils réellement un levier pour les apprentissages et la réussite scolaire ?

- Quels sont les modes d'appropriation de ces NEA par les enseignants comme par les élèves ? Quels types de formation et d'accompagnement convient-il de mettre en place pour favoriser la transition pédagogique, le changement de posture et l'utilisation optimale de ces nouveaux espaces et outils ?

- Quel équilibre entre des espaces dédiés et la transformation de tous les espaces scolaires (toutes les salles de classe) ? Vaut-il mieux investir dans des salles type « lab » ou chercher à réorganiser l'ensemble des salles de classe et de l'établissement de manière globale et holistique ?

2. Des questionnements autour de l'impact de ces évolutions sur les métiers d'enseignant et d'élève, mais aussi sur les rôles, postures et compétences de l'ensemble des personnels éducatifs (documentalistes, CPE, surveillants...).

- Quels impacts sur la posture des professionnels (enseignants, documentalistes, personnels de vie scolaire...), sur leurs compétences, leurs pratiques et l'organisation de leur travail ?

- Quels impacts sur le métier d'élève et les compétences attendues et développées ?

- Quelles transformations du rôle du professeur documentaliste dans un CDI repensé comme centre ouvert de connaissances et de culture ?

3. Des questionnements autour des évolutions architecturales et fonctionnelles des espaces scolaires »⁷.

7 *Ibidem.*

A l'aune de ce questionnement, il apparaît que l'une des plus grandes contraintes pour les architectes consiste à devoir « concevoir un espace apte à accueillir un outil, avant même que les avantages et contraintes pédagogiques de celui-ci ne soient pleinement mesurés »⁸. Un début de réponse réside dans l'impérative flexibilité des espaces, aussi bien comme vecteur pédagogique que comme facteur d'adaptation des établissements aux futures mutations technologiques et pédagogiques à venir et encore insoupçonnées.

Ainsi, la réhabilitation ou la création de NEA mérite une véritable réflexion au cas par cas. L'aménagement des NEA nécessite de prendre en compte simultanément les questions spatiales, pédagogiques et technologiques à des fins précis. Il n'est donc pas possible de « propos[er] une réponse unique et standardisée mais des réponses issues des expériences des uns et des autres »⁹. Il faudra donc aux équipes de conception (architectes, enseignants, étudiants, personnels...) s'inspirer des modèles déjà existants, d'en avoir une lecture critique et d'adapter les dispositifs aux attentes pédagogiques. Il sera également nécessaire de miser sur la simplicité et « d'aborder l'ensemble avec le maximum de bon sens, en se préoccupant d'efficacité, en favorisant la compréhension des publics »¹⁰. Enfin, il conviendra de considérer et de créer les espaces physiques et virtuels et ceux formels et informels non pas en opposition mais dans leur complémentarité.

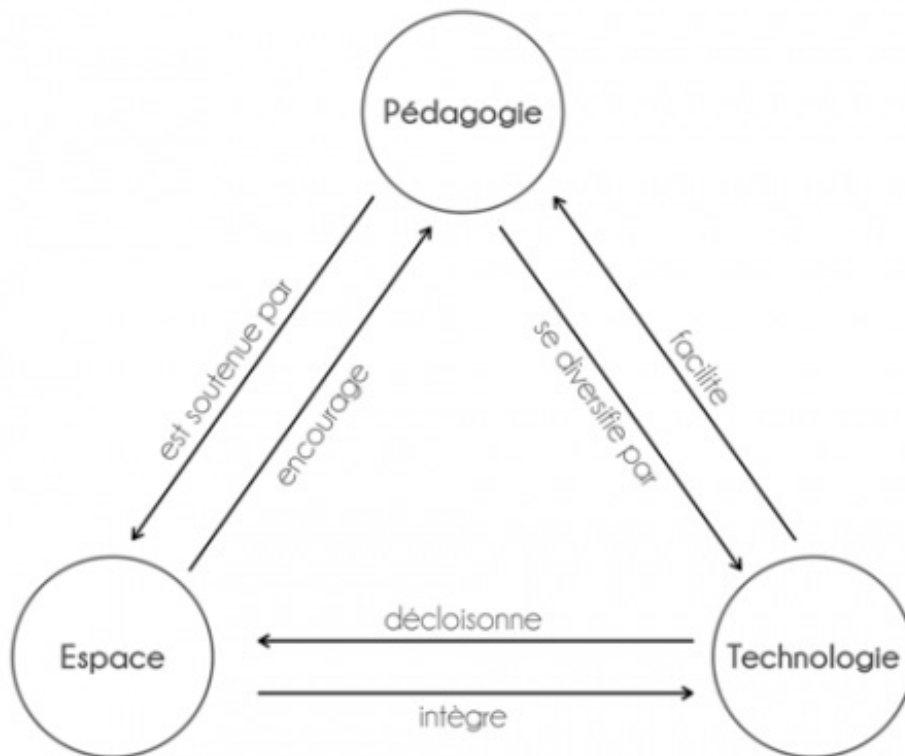


Illustration 38:

Diagramme mettant en évidence les liens entre Pédagogie, Espace et Technologie.

⁸ Cahiers Pédagogiques, *Op.Cit.*

⁹ MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE, DGESIP, Paris, Mars 2015, CAMPUS D'AVENIR, Concevoir des espaces de formation à l'heure du numérique, *Op.Cit*

¹⁰ *Ibidem.*

Bibliographie :

- BIASE (Alessia de), OTTAVIANO (Nancy), ZAZA (Ornella) ; *DIGITAL POLIS La ville face au numérique : enjeux urbains conjugués au futur* ; Ed. l'œil d'or ; Mars 2018, ISBN : 978-2-913661-88-2 ; 232 pages.

- BOTTOLLIER-DEPOIS (François), DALLE (Bertrand), EYCHENNE (Fabien), JACQUELIN (Anne), KAPLAN (Daniel), NELSON (Jean), ROUTIN (Véronique), avril 2014, *État des lieux et typologie des ateliers de fabrication numérique, Rapport final*, [Disponible sur Internet : https://www.entreprises.gouv.fr/files/files/directions_services/etudes-et-statistiques/etudes/numerique/etat-des-lieux-fablabs-2014.pdf]

- Cahiers Pédagogiques, *Changer la société pour changer l'école, changer l'école pour changer la société*, Janvier 2018 n°48, [Disponible en ligne : librairie.cahiers-pedagogiques.com]

- GIBSON (William), Entretien accordé au magazine Rolling Stone, novembre 2007 (Rolling Stone, 11/15/2007, n° 1039, p162-162, entretien avec Leonard Andrew), cité par ROUSSEL (Marion), « Architecture liquide et cyberspace : De William Gibson à la virtualité éversée. Partie II »

- GUILHEN (Thomas), *Vers une Architecture (du) Numérique*, Mémoire, sous la direction d'Alexandra Pignol, ENSA Strasbourg, 2016.

- INSTITUT FRANÇAIS DE L'ÉDUCATION, Groupe de travail OCEAN, *Les Nouveaux Espaces d'Apprentissage*, dossier de capitalisation, version janvier 2018, [Disponible en ligne : <http://ife.ens-lyon.fr/ife/recherche/numerique-educatif/nouveaux-espaces-dapprentissage/dossier-de-capitalisation-nea-janvier-2018>]

- JOUGUELET (Suzanne), décembre 2009, *Learning center (Les) : un modèle international de bibliothèque intégrée à l'enseignement et à la recherche*, [Disponible sur Internet : <https://www.enssib.fr/bibliotheque-numerique/notices/48085-learning-centres-les-un-modele-international-de-bibliotheque-integree-a-l-enseignement-et-a-la-recherche>]

- LABBE (Pierrick), 18 février 2017, *Le CAVE : l'expérience ultime de réalité virtuelle immersive en 3D*, [Disponible sur Internet : <https://www.realite-virtuelle.com/cave-realite-virtuelle-vr>]

- MABILLE (Philippe), *La disruption est une transformation irréversible du capitalisme* (Clayton Christensen), *La Tribune*, 10/03/2014 [Disponible sur Internet : goo.gl/6DVZGP]

- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE, DGESIP, Paris, Mars 2015, *CAMPUS D'AVENIR, Concevoir des espaces de formation à l'heure du numérique*, [Disponible en ligne : www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/guides-campus]

- MUSSET (Marie), Veille et analyse, IFE, 2012

- NIEL (Xavier), ROUX (Dominique), *Les 100 mots de l'internet*, Presses Universitaires de

France, 2010, (2e éd.)

- PASSEBON (Philippe) « Les technologies du numérique : un potentiel de disruption sans précédent », *Veille technologique pour les professionnels de l'industrie*, publié le 25/05/2016 [Disponible sur Internet : <http://bit.ly/2hV0wNy>]

- RENOUX (Stephen), novembre 2018, *Scénarios pédagogiques pour la Réalité virtuelle immersive dans l'enseignement professionnel*, [Disponible sur Internet : <http://eduscol.education.fr/experitheque/fiches/fiche11472.pdf>]

- ROLLOT (Olivier), 5 décembre 2014, *Enseignement supérieur : de nouveaux espaces pour de nouvelles pédagogies*, [Disponible sur Internet : <http://orientation.blog.lemonde.fr/2014/12/05/enseignement-superieur-de-nouveaux-espaces-pour-une-nouvelle-pedagogie/>]

- RONFAUT (Lucie), 16 novembre 2016, *La nausée, le grand mal de la réalité virtuelle*, [Disponible sur Internet : <http://www.lefigaro.fr/secteur/high-tech/2016/11/16/32001-20161116ARTFIG00003-la-nausee-le-grand-mal-de-la-realite-virtuelle.php>]

- ROUSSEL (Marion), « Architecture liquide et cyberspace : De William Gibson à la virtualité éversée. Partie II, *DNArchi*, 30/05/2012, <<http://dnarchi.fr/culture/architecture-liquide-et-cyberspace-de-william-gibson-a-la-virtualite-eversee-partie-ii/>>

- Site de l'Université Bretagne, Bretagne Campus, Loire Numérique [Disponible sur Internet : <https://campusnumerique-carte.u-bretagne-loire.fr>]

- STEELCASE EDUCATION, novembre 2015, *Les espaces d'apprentissage actifs*, [Disponible sur Internet : https://www.steelcase.com/content/uploads/sites/11/2018/08/15-E0000247_FR-1.pdf]

- *The Fab Charter*, [Disponible sur Internet : <http://fab.cba.mit.edu/about/charter/>]

- UNIVERSITE DE LORRAINE, *Mut@camp, une dynamique de transformation des campus*, Années 2016-2017

- UNIVERSITE LAVAL, *Groupe de travail sur les espaces physiques d'apprentissage, Repenser les espaces physiques d'apprentissage*, 2013, [Disponible sur Internet : https://www.enseigner.ulaval.ca/system/files/espaces_physiques-orientations_strategiques_0.pdf]

Définitions Wikipédia :

- https://fr.wikipedia.org/wiki/Borne_Wi-Fi
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Classe_inversée
- https://en.wikipedia.org/wiki/Cave_automatic_virtual_environment
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Fab_lab
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Formation_à_distance
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Génération_Y
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Génération_Z
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Internet_des_objets
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Massive_Open_Online_Course
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Wiki>

Table des illustrations :

- Illustration 1 : <http://highlike.org/johnny-mnemonic/>
Illustration 2 : <https://www.theverge.com/2011/10/3/2466299/peeling-off-a-botnets-mask>
Illustration 3 : <https://france3-regions.francetvinfo.fr/decouverte/innovation?r=occitanie>
Illustration 4 : <https://www.lejdd.fr/societe/education/lamphitheatre-du-futur-va-voir-le-jour-a-toulouse-3489341>
Illustration 5 : <https://toulouse.latribune.fr/innovation/2017-11-23/toulouse-terre-d-innovations-pour-ses-etudiants-759078.html>
Illustration 6 : STEELCASE EDUCATION, novembre 2015, Les espaces d'apprentissage actifs, [Disponible sur Internet : https://www.steelcase.com/content/uploads/sites/11/2018/08/15-E0000247_FR-1.pdf]
Illustration 7 : Ibidem.
Illustration 8 : Ibid.
Illustration 9 : Ibid.
Illustration 10 : <http://4cristol.over-blog.com/2017/09/espaces-scolaires-en-mutation.html>
Illustration 11 : Site de l'Université Bretagne, Bretagne Campus, Loire Numérique [Disponible sur Internet : <https://campusnumerique-carte.u-bretagne Loire.fr>]
Illustration 12 : Ibidem.
Illustration 13 : Ibid.
Illustration 14 : Ibid.
Illustration 15 : <https://www.canfieldphoto.com/Academic---Science---Research/Clark-Center--Stanford-University/10>
Illustration 16 : Ibidem.
Illustration 17 : Ibid.
Illustration 18 : <https://art-folio.ch/2010/02/17/epfl-unveils-transparent-rolex-learning-center/>
Illustration 19 : <https://architectes.ch/fr/architectes/sanaa-kazuyo-sejima-ryue-nishizawa-architram-architecture-et-urbanisme-sa/rolex-learning-center>
Illustration 20 : <http://www.archiworld.com.cn/m/view.php?aid=14512>
Illustration 21 : <https://www.architektur-aktuell.at/news/die-weisheit-baut-sich-ein-haus-architektur-und-geschichte-von-bibliotheken>
Illustration 22 : <https://www.architecturalrecord.com/gdpr-policy?url=https%3A%2F%2Fwww.architecturalrecord.com%2Farticles%2F8237-rolex-learning-center>
Illustration 23 : <https://www.archdaily.com/254193/nantes-school-of-architecture-lacaton-vassal>
Illustration 24 : Ibidem.
Illustration 25 : <http://www.area-architecture.com/blog/?paged=2>
Illustration 26 : <https://www.rue89strasbourg.com/fermeture-temporaire-restaurant-universitaire-esplanade-102146>
Illustration 27 : <https://www.archdaily.com/191345/marselisborg-high-school-gpp-architects>
Illustration 28 : Ibidem.

Illustration 29 : <https://www.archilovers.com/projects/229663/paris-iv-sorbonne-cafeteria-malesherbes.html>

Illustration 30 : Ibidem.

Illustration 31 : <https://www.archilovers.com/projects/96655/gammel-hellerup-gymnasium.html>

Illustration 32 : <http://neutralizeall.info/?d=About++Stanford+dschool>

Illustration 33 : Ibidem.

Illustration 34 : <https://www.3dprinter.net/what-are-hackerspaces-makerspaces-and-fablabs>

Illustration 35 : <https://vrroom.buzz/fr/actu-vr/tendances/cave-lexperience-vr-la-plus-impressionnante-du-moment>

Illustration 36 : <https://www.realite-virtuelle.com/cave-realite-virtuelle-vr>

Illustration 37 : Ibidem.

Illustration 38 : <https://christelle-poulain-c.canoprof.fr/eleve/exposition%20enrichie/index.xhtml>