

Data Center : Infrastructure pour la Ville



Data Center : Infrastructure pour la Ville

Énoncé Théorique
EPFL-ENAC-SAR
2016

Professeur théorique
Directeur pédagogique
Maître EPFL
Expert externe

Elena Cogato Lanza
Inès Lamunière
Raphaël Dessimoz
Martin Steinmann



Table des Matières

01_Le Numérique

01.01_Qu'est ce que le Numérique ?

01.02_Les Trois Ères

01.03_Ère Pré-Numérique

01.04_Apparition du Numérique

01.05_Ère Numérique

01.06_Ère Post-Numérique

02_Data Center : Emblème d'une transition

02.01_Data Center : Définition et Histoire

02.02_Data Center : Une Nécessité

02.03_Stockage et Calcul : Un Enjeu

02.04_Sécurisation des Données

03_Data Center : Typologie

03.01_Types et Catégories

03.02_Schémas et Principes Techniques

03.03_Un Programme Technique Devenu Thème Architectural

03.04_Projets Existants

03.05_Data Space

04_Data Center : Un projet

04.01_Zürich

04.02_Cadrage

04.03_Espace Public et Patrimoine

04.04_Démarche Projectuelle

05_Conclusion

06_Vocabulaire

07_Remerciements

08_Bibliographie

Le Numérique

- 01.01_Qu'est ce que le Numérique ?
- 01.02_Les Trois Ères
- 01.03_Ère Pré-Numérique
- 01.04_Apparition du Numérique
- 01.05_Ère Numérique
- 01.06_Ère Post-Numérique

01

Qu'est ce que le Numérique ?

01.01

Numérique -> technique - se dit d'une représentation de données ou de grandeurs physiques au moyen de caractères ou de signaux à valeurs discrètes. Système audio numérique. Appareil photo numérique. Format numérique d'une image. Enregistrement numérique. Par extension - se dit d'un système, d'un dispositif qui emploie ce mode de représentation (par opposition à analogique). Affichage numérique. Disque numérique.

Digitale FR -> relatif aux doigts. Empreintes digitales.

Digital ANG -> of or referring to information that is stored and/or sent in a series of the numbers 0 and 1 - digital images uploaded from a camera. Involving or using computer technology - a digital device.

Cybernétique -> science qui utilise les résultats de la théorie du signal et de l'information pour développer une méthode d'analyse et de synthèse des systèmes complexes, de leurs relations fonctionnelles et des mécanismes de contrôle, en biologie, économie, informatique, etc.

Qu'est ce que le Numérique ?

Le Numérique

Sources : CNTRL

9

Il est nécessaire pour ce travail d'aborder l'histoire de l'architecture avec un œil «numérique». En effet, c'est l'importance prise par les outils digitaux et les changements profonds qu'ils ont apporté et accompagné qui permettent d'emprunter une perspective numérique d'analyse de l'histoire de l'architecture contemporaine.

Selon Merlin Donald, psychologue et neuro-anthropologue canadien, le numérique peut aussi être considéré comme l'impulsion d'une nouvelle transition de la cognition et de la culture humaine¹. Les trois transitions fondamentales précédentes qu'a franchit l'esprit humain tout au long de son évolution cognitive et culturelle sont explicitées dans son ouvrage «Les origines de l'esprit moderne». Concevant l'esprit comme régi par une architecture modulaire, il étudie les évolutions et le développement des différents systèmes de représentation du réel chez l'homme. Selon lui, l'homme est passé d'une culture épisodique (celle du primate) à une culture mimétique (axée sur l'oralité et les fonctions sociales de la narration), puis à une culture théorique, liée au développement d'une capacité réflexive de l'homme au sujet de ses propres représentations, par le recours à un support symbolique externe (SSE) tel que l'écriture. L'écriture, au cœur de ce troisième palier, est l'élément qui sépare, selon les historiens, la période de la préhistoire à celle de l'histoire. Si l'on suit la perspective de Donald, nous sommes en train de vivre une quatrième transition de la cognition et de la culture humaine, liée à l'essor des réseaux et de l'environnement numérique. Cette transition mène à une société que Daniel J. Caron, auteur du livre «L'Homme imbibé. De l'oral au numérique. Un enjeu pour l'avenir de la culture» , décrit comme celle de l'Homme imbibé, celle d'une culture «numérique».

1 Emmanuel Danblon et Ingrid Mayeur, «La Déclaration préliminaire des Droits de l'Homme Numérique : un exercice pratique de l'utopie rhétorique ?», Exercices de rhétorique [En ligne], 5 | 2015, mis en ligne le 24 septembre 2015, consulté le 04 avril 2016. URL : <http://rhetorique.revues.org/408>

Les Trois Ères

01.02

Comme précisé précédemment, l'avènement du numérique fait entrer irrémédiablement la société dans une nouvelle ère. Il est donc nécessaire de savoir si cette transition a eu, a, ou aura un effet sur la pratique architecturale.

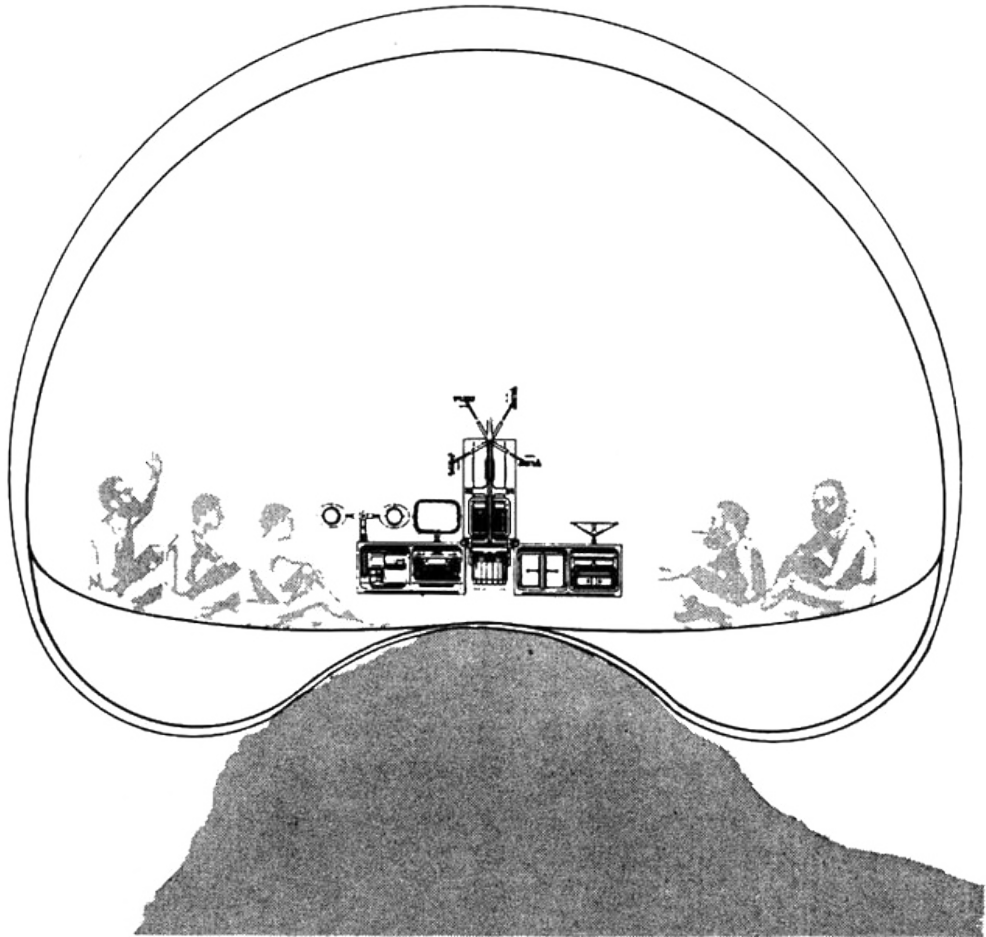
Premièrement, il est logique de séparer, dans notre cas, la production architecturale en deux : celle exempte d'influence numérique et celle y étant inscrite. Dans les années 1960, Reyner Banham, auteur et critique architectural, essaya de comprendre l'influence de la technologie sur la société et l'architecture nord-américaine. Dans son livre, «Theory and Design in the First Machine Age»¹, il propose une lecture de l'histoire autour de la machine en la divisant en deux : l'ère de la pré-machine et l'ère de la machine.

Suivant cette même logique, la division entre ère pré-numérique et ère numérique nous permettra de comprendre l'influence réciproque des outils numériques et de l'architecture. Ces différentes périodes, loin de se succéder, se superposent. Cette stratification théorique, semblable au principe darwinien de «conservation dans l'adaptation des gains précédents»² fait apparaître une troisième période, celle de l'ère post-numérique. Cette dernière strate est ici une manière de nommer de façon claire la pénétration et l'assimilation du digital dans la production architecturale. Cette ère est l'équivalent numérique de la deuxième ère de la machine, société machiniste post-moderne décrite par Banham.

1 BANHAM, Reyner. Theory and Design in the First Machine Age, Cambridge, MIT Press, 1980

2 Emmanuelle Danblon et Ingrid Mayeur, «La Déclaration préliminaire des Droits de l'Homme Numérique : un exercice pratique de l'utopie rhétorique ?», Exercices de rhétorique [En ligne], 5 | 2015, mis en ligne le 24 septembre 2015, consulté le 04 avril 2016. URL : <http://rhetorique.revues.org/408>

Séparant l'ère de la machine en deux ères distinctes (le premier âge et le deuxième âge de la machine), il décrit pour le premier âge une société dans laquelle les machines (réfrigérateurs, climatisations, télévision, radio, etc.) sont rares et exceptionnelles et ne font que partiellement partie du quotidien d'une population aisée. Pour le deuxième âge, il décrit le moment où ces instruments ont été «domestiqués» et assimilés par la population pour devenir des objets à l'expression et la technologie banales et ordinaires. Devenus des éléments du quotidien, ils deviennent pratiquement indispensables[1].



15

[1] La Environment Bubble de Reyner Banham et Francois Dallegret, 1965, se définit comme le nouveau récit originel et fondateur. À l'ère de la machine, Reyner Banham considère la technologie comme créatrice d'un environnement artificielle, base d'un discours rassembleur.

13



Ère Pré-Numérique

01.03

Cette période précède une évolution et met en évidence la relation étroite que la technologie a eue avec la pratique architecturale développée par le mouvement moderne. Le préfixe «pré», s'apparente à celui utilisé dans le terme «pré-requis», c'est-à-dire l'ensemble des critères qui ont été nécessaires afin d'aboutir au développement d'une nouvelle architecture. Nous pouvons donc considérer cette période comme pré-numérique.

La période précédant l'avènement du numérique aurait pu être appelée «non-numérique» ou «moderne», mais considérant l'importance prise par les outils digitaux et les changements profonds qu'ils ont apportés (cités plus tard), il est aujourd'hui nécessaire de considérer le numérique comme une évolution technique post-industrielle.

Déjà fortement marquée par les évolutions technologiques du XIXe siècle (tel que les trains, le métro, la voiture, l'électricité, les réseaux d'égouts...), l'architecture moderne se nourrit des évolutions techniques qui seront acquises durant les deux guerres mondiales. Ces évolutions serviront à la production de nouvelles typologies afin de répondre aux demandes grandissantes de l'industrialisation mécanisée.

Le recueil d'essais «Vers une Architecture» écrit par Corbusier et publié en 1923 met en évidence l'apport de la technologie dans les procédés architecturaux et urbains qui ont accompagnés les changements sociaux¹. Ces procédés supposés libérer le prolétariat de la plupart des corvées, et d'en améliorer le quotidien ont été explicités tout au long de son ouvrage, utilisant l'apport historique afin de développer une théorie de l'architecture moderne [2].

Ère Pré-Numérique

Le Numérique

1 LE CORBUSIER, Vers une architecture. Paris, Flammarion, 2008

«Tous ces objets de la vie moderne finissent par créer un certain état d'esprit moderne. Nous reportons alors avec effarement nos yeux sur les vieilles pourritures qui sont notre coquille de colimaçon, notre logis, et qui nous étreignent de leur contact quotidien, putride et sans utilité, sans rendement. Partout on voit des machines qui servent à produire quelque chose et qui le produisent admirablement. Avec pureté. La machine que nous habitons est un vieux coucou plein de tuberculose. Nous ne faisons pas le pont entre nos activités quotidiennes à l'usine, au bureau, à la banque, saines, utiles et productives, et notre activité familiale handicapée à chaque contour. On tue la famille partout et on démoralise les esprits en les attachant comme des esclaves à des choses anachroniques.»²

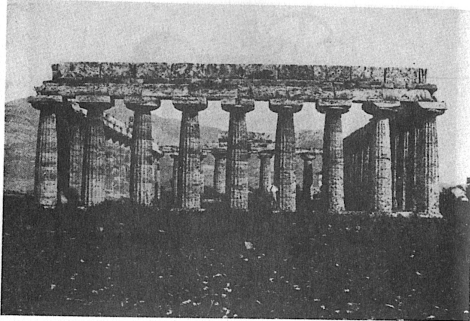
Le Corbusier

Ce recueil a précédé la création du CIAM (Congrès International de l'Architecture Moderne) par Le Corbusier et Gabriel Guévrékian en juin 1928 au Château de la Sarraz en Suisse³. Pendant près de 30 ans, cette organisation a milité pour la diffusion des idées du Mouvement Moderne, notamment la Charte d'Athènes, publiée en 1933, contenant 95 points sur la planification urbaine et la construction de la ville⁴. Se positionnant comme l'antithèse des systèmes de planifications précédents, il essayera de se distinguer en proposant de nouvelles «méthodes» basées sur un fonctionnalisme et un rationalisme exacerbés par les nouveaux apports techniques. En déclarant que la maison est une «machine à habiter», Le Corbusier a plaidé pour une architecture rationnelle et industrialisable. Le projet de maison économique Citrohan, en hommage à l'industrie automobile, a formalisé sa recherche et a abouti en 1927 à la création des «Cinq Points pour une

2 Ibidem

3 Kenneth Frampton. L'architecture moderne : Une histoire critique, 2006, Paris, Thames & Hudson Ltd, 1980, p. 179

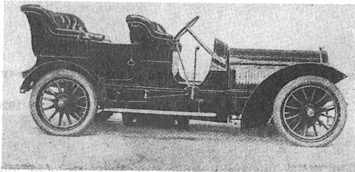
4 LE CORBUSIER, La Charte d'Athènes. Paris, Points, 1971



PAESTUM, de 600 à 550 av. J.-C.

Le Parthénon est un produit de sélection appliquée à un standart établi. Depuis un siècle déjà, le temple grec était organisé dans tous ses éléments.

Lorsqu'un standart est établi, le jeu de la concurrence immédiate et violente s'exerce. C'est le match; pour gagner, il faut



Cliché de *La Vie Automobile*.

HUMBERT, 1907.



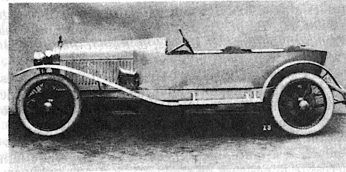
Cliché Albert Morancé.

PARTHÉNON, de 447 à 434 av. J.-C.

faire mieux que l'adversaire *dans toutes les parties*, dans la ligne d'ensemble et dans tous les détails. C'est alors l'étude poussée des parties. Progrès.

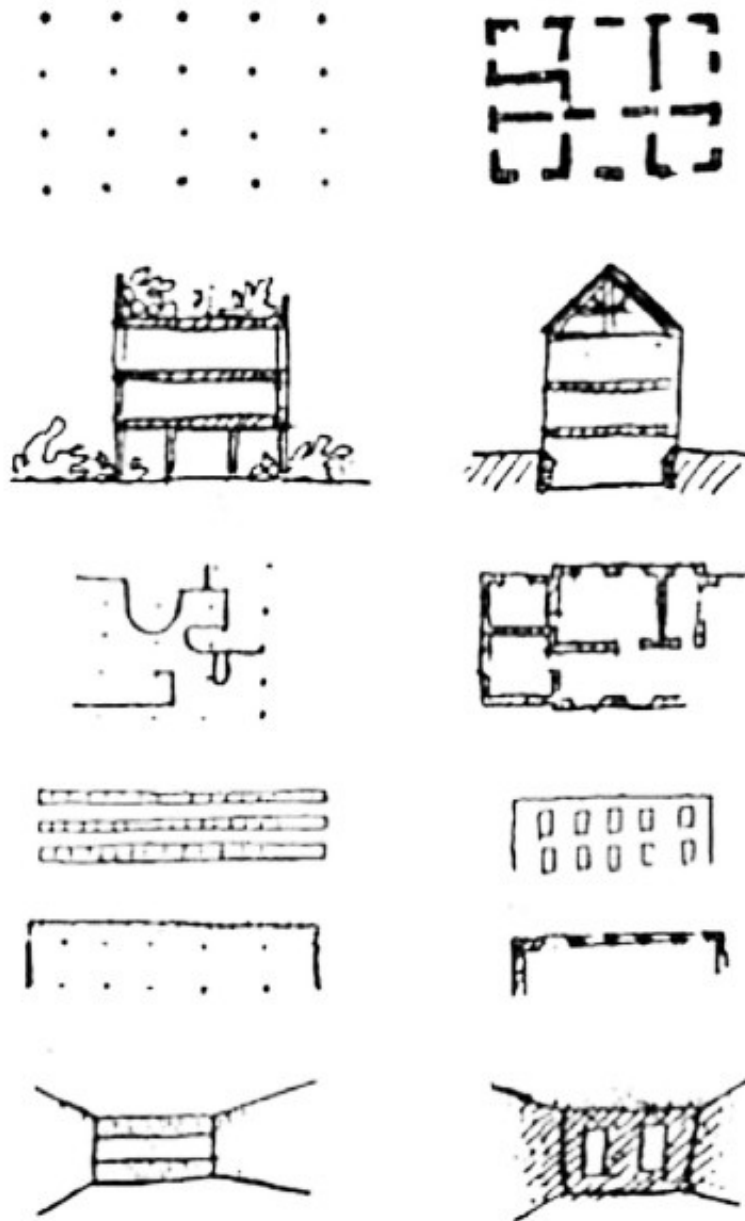
Le standart est une nécessité d'ordre apporté dans le travail humain.

Le standart s'établit sur des bases certaines, non pas arbi-



DELAGE, Grand-Sport, 1921.

[2] Image du recueil du Corbusier «Vers Une Architecture». Cette image illustre sa fascination pour les automobiles, chef-d'oeuvre technique, technologique et industriel absolu de la société moderne.



[3] Illustration des «5 points d'une architecture moderne» selon Le Corbusier. Le plan libre; la façade libre; les pilotis; le toit-terrasse; la fenêtre en bandeau.

architecture moderne» : plan libre, façade libre, pilotis, toit-terrasse et fenêtre en longueur[3].⁵

En parallèle de l'utopie créée par les acteurs du Mouvement Moderne, est apparue une forme de dystopie, soucieuse de voir la ville comme machine sociale inéquitable. Le film de Fritz Lang «Metropolis» projeté la première fois en 1929 fut le premier film dystopique avec comme racine la «ville». Cette vision machiniste et non équitable d'un état contrôlé par un robot humanoïde a cristallisé la crainte d'une extrême mécanisation et industrialisation de la ville dut à une révolution sociale manquée. Cette cité verticale aux gratte-ciels qui «recouvrent» les ouvriers, matérialise la vision d'une typologie attisant les inégalités[4].

*«[...] architecture ou révolution.»⁶
Le Corbusier*

Souvent qualifiée de «sans âme», l'abstraction de l'empathie souvent «nécessaire» à la création d'un système rigoureux et objectif a amené l'architecture du mouvement moderne à s'imposer bien plus facilement dans les milieux officiels et commerciaux que dans le privé.

5 Kenneth Frampton. L'architecture moderne : Une histoire critique, 2006, Paris, Thames & Hudson Ltd, 1980

6 LE CORBUSIER, Vers une architecture. Paris, Flammarion, 2008



[4]Affiche du film «Metropolis» réalisé par Fritz Lang en 1929.



Apparition du Numérique

01.04

La naissance du numérique a découlé de la volonté d'une mécanisation du calcul et est apparue grâce à l'utilisation de la logique mathématique ainsi que du calcul symbolique. L'informatique, développée à partir de ces nouveaux principes mathématiques, devait initialement servir les applications militaires. Les premières expériences débutèrent au cours de la Seconde Guerre mondiale afin de calculer les tableaux balistiques. De plus, le mathématicien Alan M. Turing a pu, grâce à l'utilisation des premiers algorithmes couplés avec sa machine (Machine de Turing), briser les codes cryptés de la machine nazie ENIGMA¹. Enigma est une machine électromécanique portable servant au chiffrement et au déchiffrement de messages échangés. Elle fut inventée par l'Allemand Arthur Scherbius, reprenant un brevet du Néerlandais Hugo Koch, datant de 1919. Enigma fut utilisée principalement par les Allemands (Die Chiffriermaschine Enigma) pendant la Seconde Guerre mondiale. Cet épisode a permis, selon les historiens, de raccourcir la guerre de 2 ans au minimum² et a ouvert la voie à l'utilisation d'algorithmes pour la résolution de problèmes complexes.

Le développement en 1950 du projet Semi Automated Ground Environment System (SAGE)³ a posé la première pierre d'un réseau d'ordinateurs. Réparti sur tout le territoire nord-américain, son rôle était de calculer les trajectoires balistiques des attaques de missiles nucléaires pendant la guerre froide afin de coordonner la défense antiaérienne[5] [6].

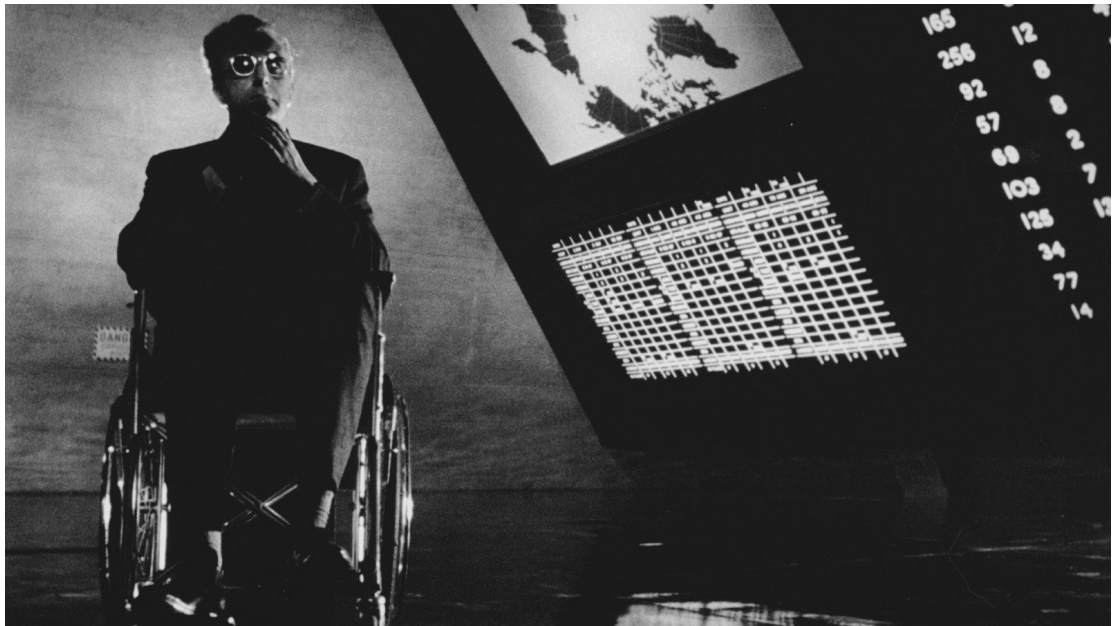
1 PICON, Antoine. Culture numérique et architecture : une introduction. Basel, Birkhäuser, 2010, p. 115

2 HINSLEY, Harry. The Influence of ULTRA in the Second World War, 19 octobre 1993, p. 8

3 PICON, Antoine. Culture numérique et architecture : une introduction. Basel, Birkhäuser, 2010, p. 28

Ce nouveau concept de «système réseau» a fait partie intégrante du poste de commandement opérationnel. Utilisant les avancées technologiques militaires, le germe de notre réseau internet, le réseau ARPNET⁴ fut développé par la DARPA à partir de 1969. Connectant les deux côtes des États-Unis, il a accompagné l'invention et la diffusion de l'ordinateur personnel, première interface vers une réalité numérique⁵.

24 4 Ibidem
 5 Ibidem



[5] Image issue du film «Docteur Folamour» du réalisateur Stanley Kubrick sortie en 1964. Elle illustre la représentation dans l'imaginaire collectif des centres de commandements informatisés pendant la Guerre froide.



[6] Image issue du film «Docteur Folamour» du réalisateur Stanley Kubrick sortie en 1964. Elle illustre la représentation dans l'imaginaire collectif des centres de données rattaché aux centres de commandements pendant la Guerre froide.

L'émergence de la vision de la ville comme « ville événement », née de l'influence de la cybernétique, a été le premier fait marquant dans l'histoire de la culture numérique dans l'architecture. Dans les années 1960, des projets comme le Fun Palace de Cedric Price, le Computer City d'Archigram ou la Ville Spatiale et le Flatwritter de Yona Friedman ont été parmi les premiers prototypes imaginés influencés par l'interactivité numérique grandissante.

Le Fun Palace de Cedric Price, un centre destiné aux arts du spectacle, a été dessiné comme une structure flexible. Théâtre cybernétique, il avait imaginé un lieu où le public et les acteurs pouvaient interagir constamment [7][8]. Il a travaillé alors avec Gordon Pask afin d'élaborer le plan organisationnel détaillé. Ensemble, ils ont élaboré un système de propositions comprenant un ordinateur intégrant les différentes réactions des spectateurs afin d'en transmettre les résultats aux acteurs.¹

Yona Friedman a imaginé quant à lui un système informatisé de répartition spatiale à l'intérieur de ses mégastuctures urbaines de l'avenir [9][10].

Plus tard, le rêve d'une émancipation totale de l'humain a été rendu possible par la technique et le numérique. De ce fait, la ville n'est alors qu'une mégastucture destinée à promouvoir les interactions et les événements.² L'« Omo Ludens », habitant de New Babylon émancipé de toutes tâches non-créatives, avait pour seules activités la déambulation, la création et l'interaction à l'intérieur de la macrostructure qui avait été imaginée par l'artiste hollandais Constant [11][12].³

1 Antoine Picon. Culture numérique et architecture : une introduction, Basel, Birkhäuser, 2010, p. 38

2 Sabine Lebesque. Yona Friedman : Structures Serving the Unpredictable, Rotterdam, NAI Publishers, 1999, pp 50-51

3 CONSTANT, in Architectural Positions, Amsterdam, SUN Publishers, 2009 p.233

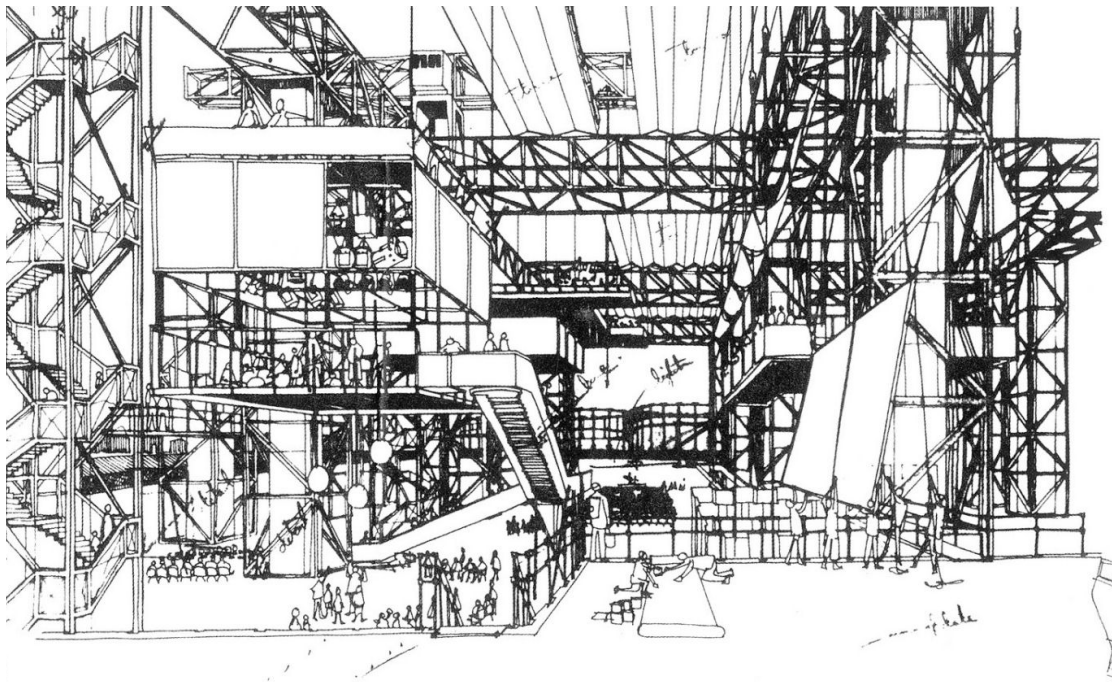
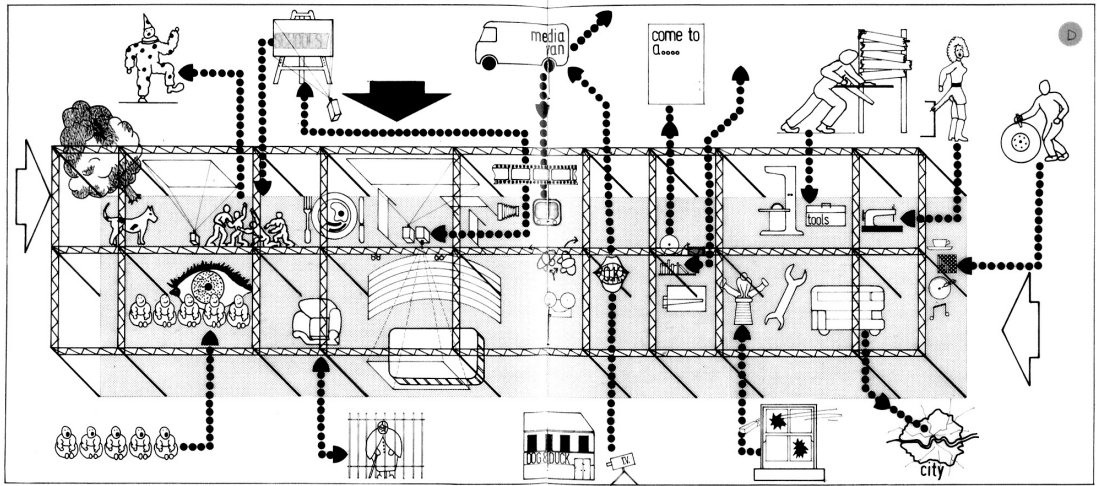
Depuis le milieu du XXe siècle, plusieurs architectes, urbanistes et ingénieurs ont proposé des prototypes, des principes et des matériaux véhiculant les propriétés sous-jacentes de la culture numérique. La recherche d'une nouvelle expression architecturale avait débuté par l'exploitation massive des outils numériques pour l'élaboration de formes complexes. S'attachant énormément aux travaux de Gilles Deleuze sur l'espace lisse et strié, l'esthétique du BLOB⁴ a découlé directement des interprétations faites par les architectes de ses textes et d'une vision de l'environnement numérique comme espace fluide. L'expression de ces lectures s'est faite à travers des projets comme le musée d'art moderne de Graz par Peter Cook et Colin Fournier [13] [14] ou les projets de Frank Gehry.

Pour Antoine Picon, ces mouvements formalistes ont précipité l'effondrement de la tectonique et la rupture de la lecture de l'échelle construite. La calculabilité de toutes les formes structurelles grâce aux outils numériques, a permis l'effacement des contraintes structurelles comme fil conducteur de la conception. Cette rupture de la lecture claire d'éléments structurants «classiques» couplés au système de «zoom, dé-zoom» numérique⁵, mis en évidence par Antoine Picon⁶, ont été les éléments qui ont brouillé la lecture de l'échelle véritable. Cette utilisation réductrice du système numérique a provoqué un retard des réponses architecturales. Comme énoncé par Rem Koolhaas dans une interview : «un changement radical s'opère à l'intérieur de la discipline [...] depuis le début du XXe siècle». Il a pointé aussi la nécessité de comprendre ce basculement (pré à post-numérique) afin de prévoir plus précisément la position de l'architecte dans cette nouvelle société.

4 BLOB est l'acronyme de «Binary Large Objects», terme utilisé par Greg Lynn pour décrire ces «Folding Architecture» issus de l'esthétique numérique

5 Antoine Picon. Culture numérique et architecture : une introduction, Basel, Birkhäuser, 2010, p. 220

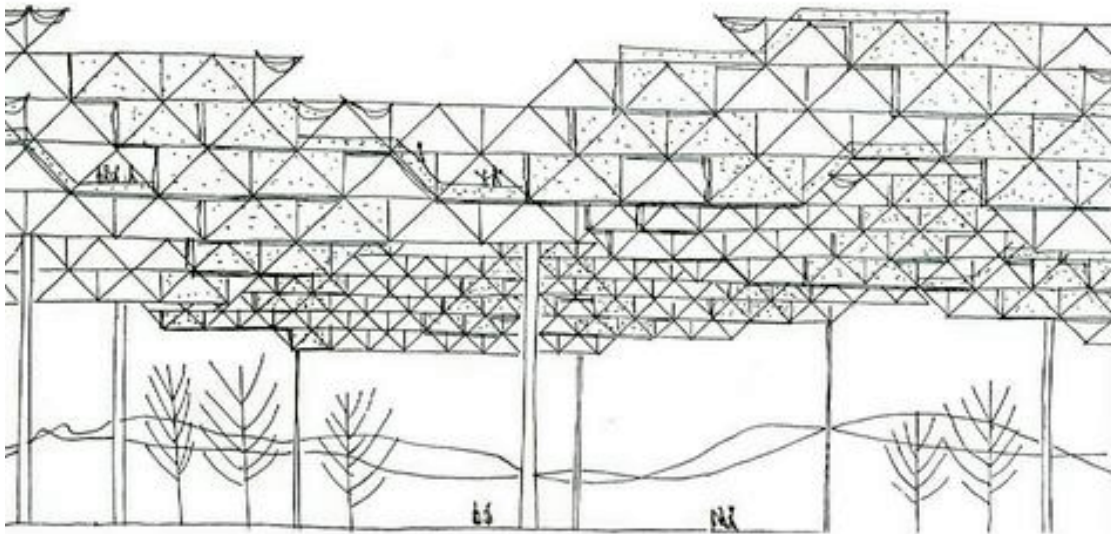
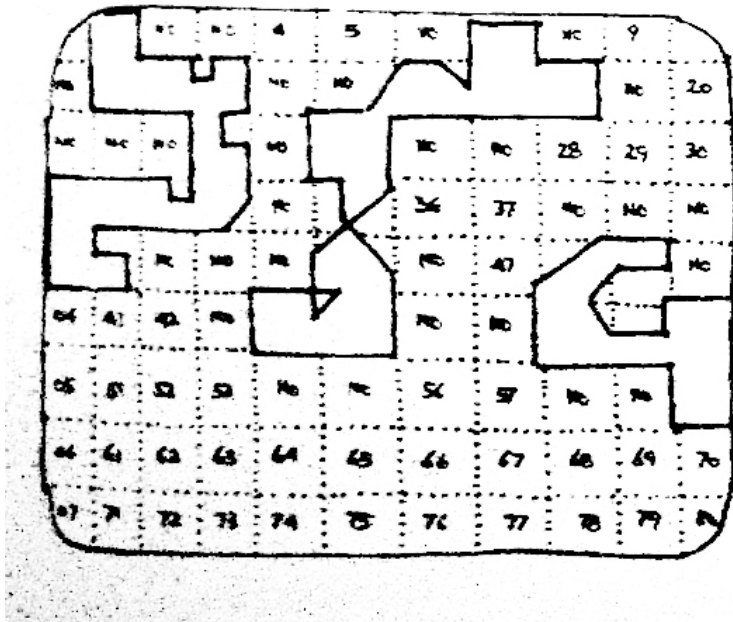
6 Ibidem



Source: www.carolinecharvier.blogspot.com

«Technology is the answer but what was the question?»
 Cedric Price

[7][8] Diagramme et perspective intérieurs du Fun Palace par Cedric Price et Joan Littlewood, 1961.



[9] [10] Diagramme de répartition «Flat Writer» et élévation de la «Ville Spatiale» de Yona Friedman, 1968.

«Architecture with the people, by the people, for the people» Yona Friedman



[11] [12] Plan et perspective du projet «New Babylon» de Constant.



[13] Photo du Kunsthaus de Graz en Autriche par les architectes Colin Fournier et Peter Cook, Photo par Marion Schneider & Christoph Aistleitner
[14] Photo de la façade «BIX». Contraction des mots *Big* et *Pixel*, cet écran géant représente la fusion entre l'architecture et les nouveaux médias. Le projet BIX, basé sur le concept du groupe d'architectes berlinois *realities:united*. accompagne les expositions. Il peut afficher des textes, des effets de lumières, des performances, etc.



Le projet du musée est un des prototypes de l'architecture BLOB développés en réponse à l'apparition du numérique dans l'architecture.



Ère Post-Numérique

01.06

La période post-numérique, comme au moment de la révolution industrielle ou de la banalisation de la voiture, modifie irrémédiablement le rapport au temps, aux distances et à la mémoire.

Le Corbusier disait que «l'architecture est une science à trois dimensions et non pas à deux dimensions». En cela, il appartenait encore au XIXe siècle influencé par la mécanique newtonienne. Aujourd'hui, il nous faut tenir compte des avancées de la science que ce soit la mécanique quantique et son principe d'incertitude ou alors de la biologie génétique et de ses erreurs, pour pouvoir finalement introduire la notion de temps et de circonstances.

Le philosophe français Pierre Lévy écrira dans son ouvrage *La Machine Univers* «un bit n'est ni une particule de matière ni un élément d'idée, c'est un atome de circonstance».

L'arrivée du réseau numérique, qui ne se superpose plus à la ville et qui est indépendant de sa structure, a pour la première fois dissocié la lecture du cadre morphologique bâti avec celui du réseau. Pourrait-on aujourd'hui se permettre de définir la ville comme un espace surveillé et géré par le système numérique? Cette nouvelle approche s'explique par la nature événementielle du numérique, que nous allons expliciter ici, soutenue par sa large diffusion.

L'ordinateur, à travers des approches comme l'intelligence artificielle, la cybernétique, la théorie des systèmes ou la recherche opérationnelle a participé à l'émergence d'une nouvelle vision du monde. Elle s'est initiée par une approche réductionniste de la complexité, faisant naître des analogies entre les neurones et les transistors, transformant l'homme en une sorte de machine.

Ère Post-Numérique

Le Numérique

Cet homme «machine» devait fonctionner plus efficacement au moyen d'une meilleure interface avec son environnement informatisé¹. Cette volonté de performance a découlé de la croissante complexité des systèmes d'armes et de défenses pendant la guerre froide. Dans le but de réagir à des impulsions numériques de plus en plus complexes, le thème du Cyborg est apparu, opérant la naissance d'un être mi-chair mi-machine, seul à même d'interagir avec ce réseau. Les visions dépeintes dans des films comme Blade Runner, Robocop ou Intelligence Artificielle ont sensibilisé le public aux «dilemmes provoqués par sa condition d'hybride de chair et machine»². Apparaîtront alors les premières craintes d'un être digital qui, par un contrôle informatique, aurait une conscience ou un libre arbitre inhibé et ne pourrait gagner sa liberté au prix d'atroces souffrances³.

Aujourd'hui, l'homme n'est plus imaginé comme l'interface du monde réel vers le virtuel. Mais malgré une quasi-rupture de cette analogie homme-machine, l'humain a conservé son statut de Cyborg au regard de sa dépendance aux systèmes numériques (pacemaker, implants neuronaux, prothèse, smartphone, ordinateur personnel, voiture, exosquelette ...).

Le smartphone est aujourd'hui l'interface générique analogique-numérique type. La vitesse fulgurante de son assimilation mondiale par la société ainsi que les pratiques nouvelles qu'il a apportées (mobilité de l'information, photos, vidéos, messages, GPS...), font de lui l'outil ultime de la génération post-digital. La surface tactile a complètement redéfini l'aspect sensoriel du réseau numérique. L'utilisation de cette interface réactive

1 Ridley Scott [réalisateur], Blade Runner (1982), James Cameron [réalisateur], The Terminator (1984), Paul Verhoeven [réalisateur], RoboCop (1987), Steven Spielberg [réalisateur], Al. Artificiel Intelligence (2001). Sur ce type déjà, cf. Janice Hocker Rushing, Thomas S. Frenzt, Projecting the Shadow : The Cyborg Hero in American Film, Chicago, Londres : Chicago University Press, 1995

2 Antoine Picon, Culture numérique et architecture : une introduction, Basel, Birkhäuser, 2010, p. 31

3 CLARK, Andy, Natural Born Cyborgs . Minds, Technologies, and the Future of Human Intelligence, Oxford, Oxford University Press, 2003

{vibration, clique, sons...} a été en partie responsable de la dilution de la frontière entre réel naturel versus réel numérique.

L'instantanéité et la personnalisation de l'accès à l'information ainsi que son caractère a-spatiale (plus flagrante qu'avec un ordinateur personnel) suppriment petit à petit la notion de distance, d'effort de lieu et de temps pour laisser place à l'«évènement». La notion d'utopie s'est déplacée aujourd'hui vers l'idée de «pantopie»⁴, un moyen de visualiser l'ensemble des lieux depuis un seul et un seul lieu depuis tous les autres. Ce'est à dire un réseau spatio-temporel que rend possible le flux numérique et qui a pris aujourd'hui une place importante dans la façon dont nous expérimentons l'espace. Nous sommes donc aujourd'hui capables (et encore plus demain) d'expérimenter un espace sans y être (réalité augmentée ou virtuelle)ainsi que d'y être impliqués avec une simultanéité ou une différenciation temporelle. L'espace public ne se rapporte plus à un lieu précis, mais à une multitude de lieux nageant dans cet environnement d'évènements numériques fluides. La ville nourrit grâce à ce nouveau réseau l'espoir de constituer un lieu où la multiplicité des occurrences individuelles contradictoires se retrouve réconciliée.

«L'époque actuelle serait peut-être plutôt l'époque de l'espace. Nous sommes à l'époque de la juxtaposition, à l'époque du proche et du ,lointain, du côte à côte, du dispersé. Nous sommes à un moment où le monde s'éprouve, je crois, moins comme une grande vie qui se développerait à travers le temps que comme un réseau qui relie des points et qui entrecroise son écheveau.»⁵

Michel Foucault

4 Du grec « pan-topos », « tous les lieux », mot utilisé par Michel Serres en 1993 dans son livre La légende des Anges, Paris, Flammarion, 1993

5 Michel Foucault, Dits et écrits 1984 , Des espaces autres, conférence au Cercle d'études 1 architecturales, 14 mars 1967, Architecture, Mouvement, Continuité, n « 5, octobre 1984, pp. 46-49.

Décrit par Antoine Picon comme « [...] une gigantesque texture scintillante plutôt que des motifs identifiables » cette nouvelle vision de la ville, habitée par une vie quasi organique, avait déjà intéressé des architectes comme Rem Koolhaas. La « Ville générique » et la fascination des scènes urbaines comme celles de Lagos ou de Shenzhen s'opposent au modèle de planification mécanique porté par le mouvement moderne.

« Vision Machines, Knowledge Apparatus, Convective Architectures » sont quelques exemples de la façon dont les architectes ont tenté de répondre au besoin d'intégrer les conditions intangibles de la ville contemporaine avec la conception concrète des espaces physiques.

Avec une numérisation grandissante de la vie de tous les jours, la société d'aujourd'hui est en train d'expérimenter une réalité encore plus métaphysique, telle qu'elle est exprimée dans la façon dont nous vivons et les objets culturels que nous produisons. L'architecture, faisant office de témoin physique d'une réflexion culturelle, doit accompagner cette évolution. Il ne s'agit plus d'utiliser les outils numériques comme expression d'une capacité technique, mais bel et bien comme le projet lui-même. À l'émergence de nouveaux programmes, comme le « data-center », l'architecture post-numérique devient le signifiant d'un signifié immatériel. Fonctionnant comme interface entre le monde numérique et le monde physique, cette architecture a pour but de créer des espaces traduisant et accompagnant un univers digital, matérialisant et rassemblant des interactions sociales aujourd'hui dématérialisées. La création d'une nouvelle tectonique, c'est-à-dire une nouvelle « traduction de la structure en termes architecturaux »⁶, ne doit pas prendre comme référence les outils et les systèmes digitaux développés par des acteurs extérieurs. En effet, elle doit se baser sur l'intégration dans la structure d'une vision architecturale durable, couplée à l'appropriation de la culture numérique par l'architecte. La création de nouveaux

matériaux accompagne petit à petit cette recherche d'une nouvelle expression tectonique.

« In the early '80s we began to live in two kinds of cities. One is the city as a material object, which is physically present and supported by physical objects. Beside that, the city as a phenomenon is the city that arose with filtered media in societies that had been developed suddenly in the 80s. It is the city as information and is a virtual city as an event. In this kind of city time and space are not stable. »⁷

Toyo Ito

Le data center, défi technique et pièce indispensable de notre société est la nouvelle usine, le programme type d'une nouvelle ère post-numérique. Le dessin de ces centres de données a été pratiquement ignoré dans les discours architecturaux. De grandes boîtes, entrepôts pleins de serveurs et exempts de toute valeur architecturale, leur élaboration est restée hors de l'intérêt des architectes. L'importance prise par ce programme, sa nécessité et sa proximité de plus en plus marquée des centres urbains ainsi que les défis techniques proposés, nous incitent à déterminer l'organisation cette infrastructure avec notre nouvelle société. Gardien des cultures mouvantes et insaisissables, le data center peut être perçu comme un univers public parallèle à la ville, son insertion dans le milieu urbain devient aujourd'hui pertinente. Signifiant d'un signifié invisible, il matérialise notre assimilation et notre dépendance aux systèmes numériques. Mais, alors, pouvons-nous atteindre notre Zeitgeist⁸ à travers ce type émergent ? Comment déterminer son identité, son échelle, son contexte ; résoudre sa complexité technique, sa consommation énergétique ?

7 Toyo Ito, Escritos, Colección de Arquitectura, n.41, Cajamurcia, Murcia, 2000.

8 WU, Human, in DATA SPACE, New York, CLOG, 2012, p.10-11

Data Center : Emblème d'une Transition

- 02.01_Data Center : Définition et Histoire
- 02.02_Data Center : Une Nécessité
- 02.03_Stockage et Calcul : Un Enjeu
- 02.04_Sécurisation des Données

02



Définition et Histoire

02.01

Le Data Center, ou Centre de Données, est un site physique dans lequel se regroupent tous les équipements nécessaires aux systèmes de télécommunications, de stockage et de calcul. Point névralgique de notre société numérique, il concentre, stock, distribue et analyse l'intégralité de nos interactions dématérialisées. Il sert surtout à stocker les informations nécessaires aux activités d'une entreprise et est crucial pour son fonctionnement. Passant d'une transaction bancaire aux horaires de bus, d'un appel téléphonique au suivi d'un cours en ligne, toutes les actions contemporaines sont digitalisées et alimentent ces datas centers.

Le premier data center est apparu dans les années 1950. Partant d'un partenariat entre IBM et American Airlines (AA), le projet avait pour but de proposer un système de réservation centralisé pour passager. Accessible depuis n'importe quelle agence AA, n'importe où sur la planète, ce premier data center d'entreprise fut mis en service en 1960. Dès lors, l'évolution technologique dans le domaine du calcul et du stockage numériques n'a cessé de s'accélérer.

Définition et Histoire

Emblème d'une Transition

43

1960

Avant 1960 (1945), l'armée a développé une énorme machine appelée ENIAC (Electronic Numerator, Integrator, Analyzer, and Computer [15])

Pesait 30 tonnes.

Occupait jusqu'à 170 mètres carrés.

Nécessitait 6 techniciens à temps plein pour la garder en marche.

Exécutait 5000 opérations par seconde.

Jusqu'au début des années 1960, les ordinateurs ont été principalement utilisés par les organismes gouvernementaux. Ils étaient grands et hébergés dans des pièces que nous appelons aujourd'hui «data center».

À partir de 1960, les ordinateurs sont passés du tube à vide à des dispositifs à semi-conducteurs tels que le transistor. Ces dispositifs ont une durée de vie plus longue, sont plus petits, plus efficaces, plus fiables et moins chers que les appareils à tubes sous vide équivalents.

Au début des années 1960, le coût de ces ordinateurs pouvait atteindre les 5 millions de dollars et leur location 17 000 dollars par mois.

American Airlines et IBM se sont associés pour développer un programme de réservation appelé le système Sabre. Il a été installé sur deux ordinateurs IBM 7090, situé dans un centre informatique spécialement conçu à Briarcliff Manor à New York. Le système traitait 84.000 appels téléphoniques par jour.

La mémoire de l'ordinateur est passée lentement de dispositifs à noyau magnétique à la mémoire solide semi-statique et dynamique (système actuel), ce qui a réduit considérablement le coût, la taille et la consommation d'énergie des appareils informatiques.

1970

En 1971, Intel a produit le premier microprocesseur commercial au monde: le 4004.

À partir de 1973, les États-Unis ont commencé à mettre en place des data centers résistants aux attaques nucléaires et aux sinistres évitant, en cas de catastrophe, toutes incidences sur les opérations commerciales ou les autres fonctions gérées par les ordinateurs

En 1978, SunGuard a développé le premier projet commercial de location d'espace sécurisé. D'une surface de 2800 m² et situé au 401 Broad Street, il existe encore aujourd'hui.

En 1973, le mini-ordinateur Xerox Alto a été une étape historique dans le développement des ordinateurs personnels en raison de son interface utilisateur graphique, son écran haute résolution, sa grande mémoire de stockage interne et externe, sa souris et son système d'exploitation.

En 1977, le premier réseau local commercial disponible ARCnet a d'abord été mis en service à la Chase Manhattan Bank, New York, en tant que site bêta. C'était le plus simple et le moins coûteux des types de réseau local, utilisant l'architecture token-ring, supportant des débits de données de 2,5 Mbps, et connectant jusqu'à 255 ordinateurs.

1980

Pendant les années 1980, l'industrie informatique a connu le boom du micro-ordinateur grâce à la naissance de l'IBM Personal Computer (PC). Ce fut l'ère de la décentralisation des systèmes informatiques, et le PC a été installé partout.

À partir de 1985, IBM a fourni pendant 5 ans plus de 30 millions de dollars en produits et en support à une installation de superordinateur établie à l'Université Cornell à Ithaca, New York.

En 1988, IBM introduit le système IBM Application System/400 (AS/400), et devient rapidement l'un des systèmes informatiques d'entreprise les plus populaires au monde.

Les données issues des technologies de l'information commençant à grandir et à se complexifier, les entreprises ont entrepris une gestion plus réfléchie de leurs ressources informatiques.

1990

Les micro-ordinateurs (désormais appelés « serveurs ») ont commencé à trouver leur place dans les anciennes salles informatiques et on été appelés « centres de données. » Grâce à la diminution des coûts des équipements réseaux, les entreprises ont installé leur salles serveurs à l'intérieur de leur bâtiment.

La demande en centres de données a augmenté au moment de la bulle internet (.com). Les entreprises avaient besoin de connexion internet rapide et un fonctionnement sans interruption pour déployer des systèmes et établir une présence sur Internet.

De nombreuses sociétés ont commencé à construire de très grandes installations afin de fournir aux entreprises une gamme de solutions pour le déploiement et le fonctionnement des applications numériques.

Rackspace Hosting a ouvert son premier data center pour les entreprises en 1999.

2000

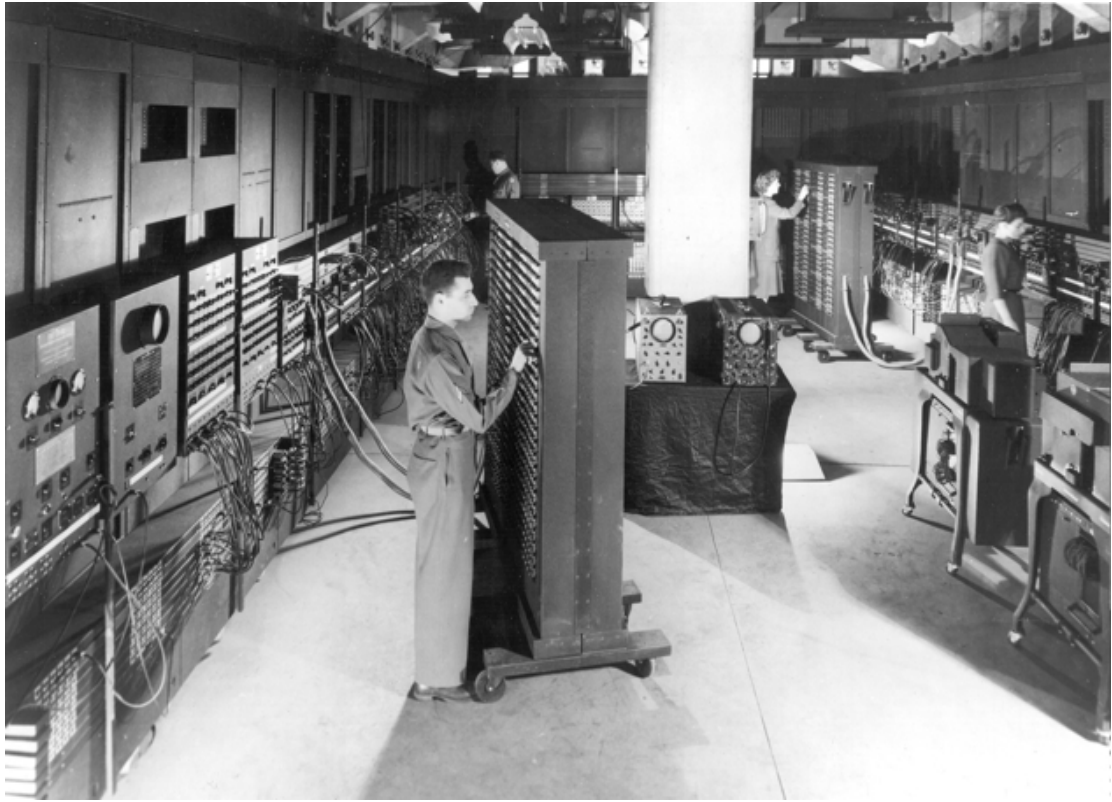
En 2007, le centre de données moyen consomme autant d'énergie que 25.000 foyers.

Il y a 5,75 millions de nouveaux serveurs déployés chaque année.

Le nombre de data centers gouvernementaux est passé de 432 en 1999 à plus de 1,100 aujourd'hui.

Les centres de données représentent 1,5% de la consommation d'énergie des États-Unis et la demande croît de 10% par an.

Facebook a lancé le projet OpenCompute, projet open source qui a pour but d'augmenter la qualité des infrastructures et réduire la consommation d'énergie. Les technologies développées dans le cadre de ce projet sont partagées par les grands opérateurs informatiques comme Google, Facebook, Amazon, Goldman Sachs. Présentes dans les data centers Facebook, elles permettent une économie d'énergie de 38% tout en coûtant 24% de moins.



[15] Photo de l'ENIAC, 1946.
Auteur non-identifié, U.S. Army photographer



Data Center : Une Nécessité

L'importance qu'ont les datas centers résulte de la croissance exponentielle de la consommation et la création de contenu informatisé.

Pour mettre en évidence la place de plus en plus prépondérante des centres de données, il est possible d'utiliser uniquement les indicateurs relatifs aux activités liées à internet (e-mail, site internet, réseaux sociaux...). En 2016, internet comptait 3,425 milliards d'utilisateurs dans le monde. Chaque seconde, nous utilisons 35'203 GB, soit l'équivalent de 3 fois la collection imprimée du Congrès américain, ou 15'357'704 photos d'iPhone (1.98mb par photo), envoyons 2'492'000 e-mails (dont 67% de spams), visionnons 123'299 vidéos sur YouTube, etc¹. Chacune de ces interactions nécessite des serveurs présents dans chaque étape de la vie d'une information numérique. Les surfaces construites liées à ces données et à ces interactions, perçues comme «immatérielles» par la société, nécessitent pourtant de plus en plus d'espaces physiques [16]. Afin de soutenir sa croissance européenne, Facebook a construit un data center de 27'000m² en Suède, consommant à lui seul l'équivalent de 3% de la production électrique nationale². La commission européenne estime qu'en 2007, la consommation électrique des datas centers à l'intérieur de l'espace économique européen avait atteint les 57TWh, soit un peu moins de 2% de la consommation électrique de la zone³.

Notre dépendance aux systèmes numériques contemporains nous oblige à redéfinir son intégration dans la ville. Le plus souvent situés hors des centres urbains, les centres

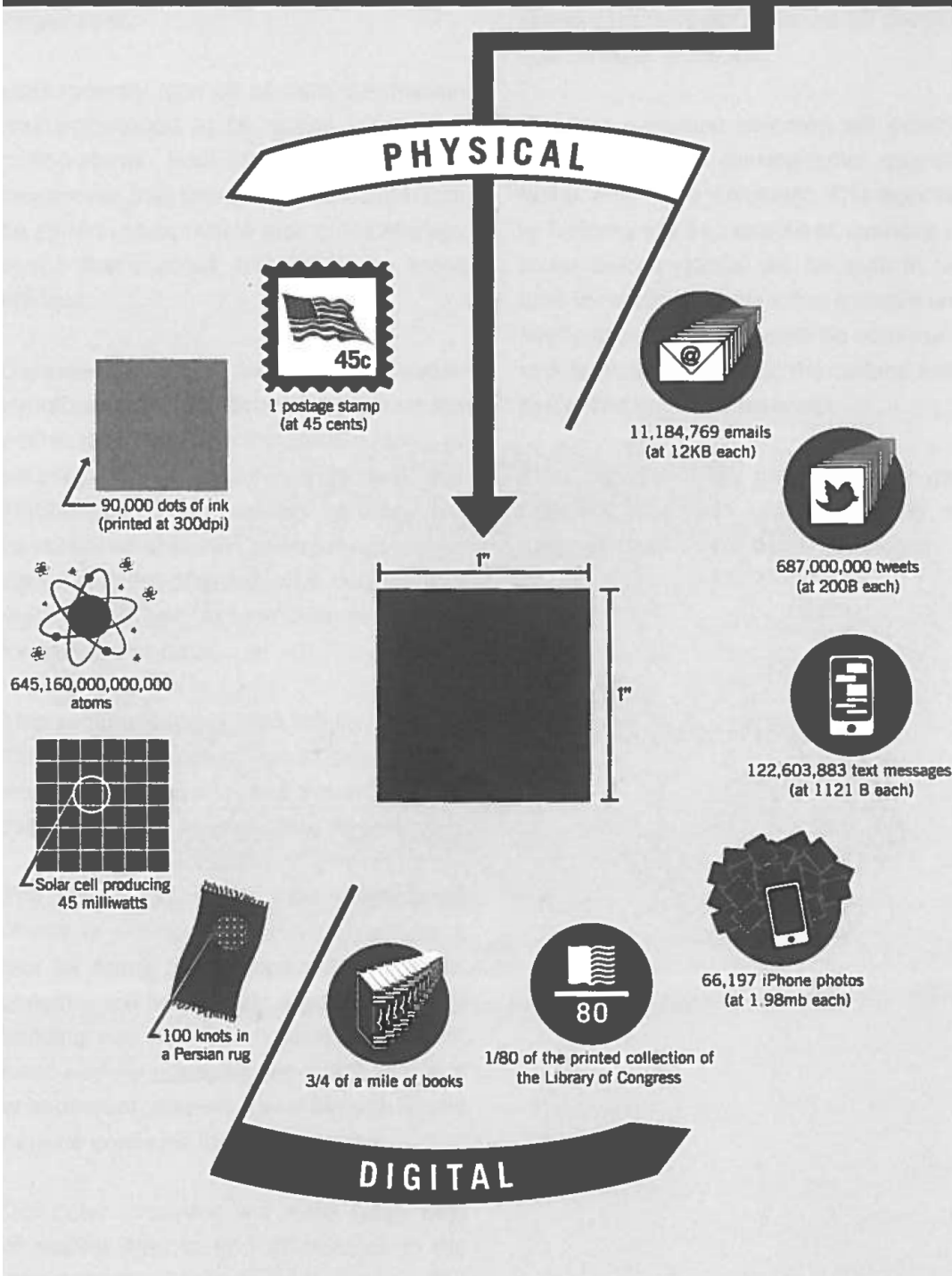
1 Statistiques disponible à l'adresse suivante : <http://www.internetlivestats.com>

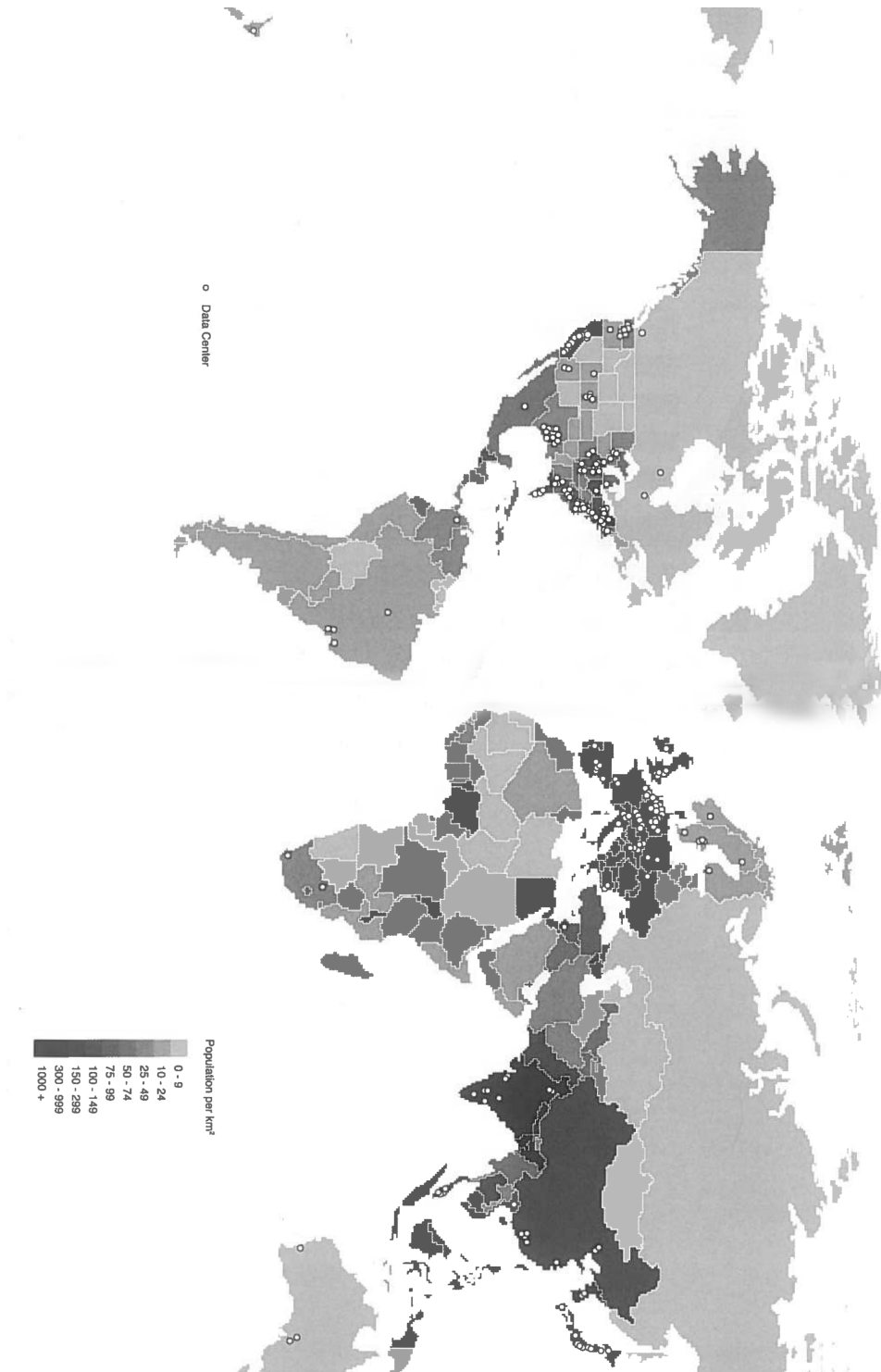
2 Data Center Knowledge. (2015). Inside Facebook's Lulea Data Center. Repéré à <http://www.datacenterknowledge.com/inside-facebook-lulea-data-center/>

3 RTE FRANCE, Commission européenne

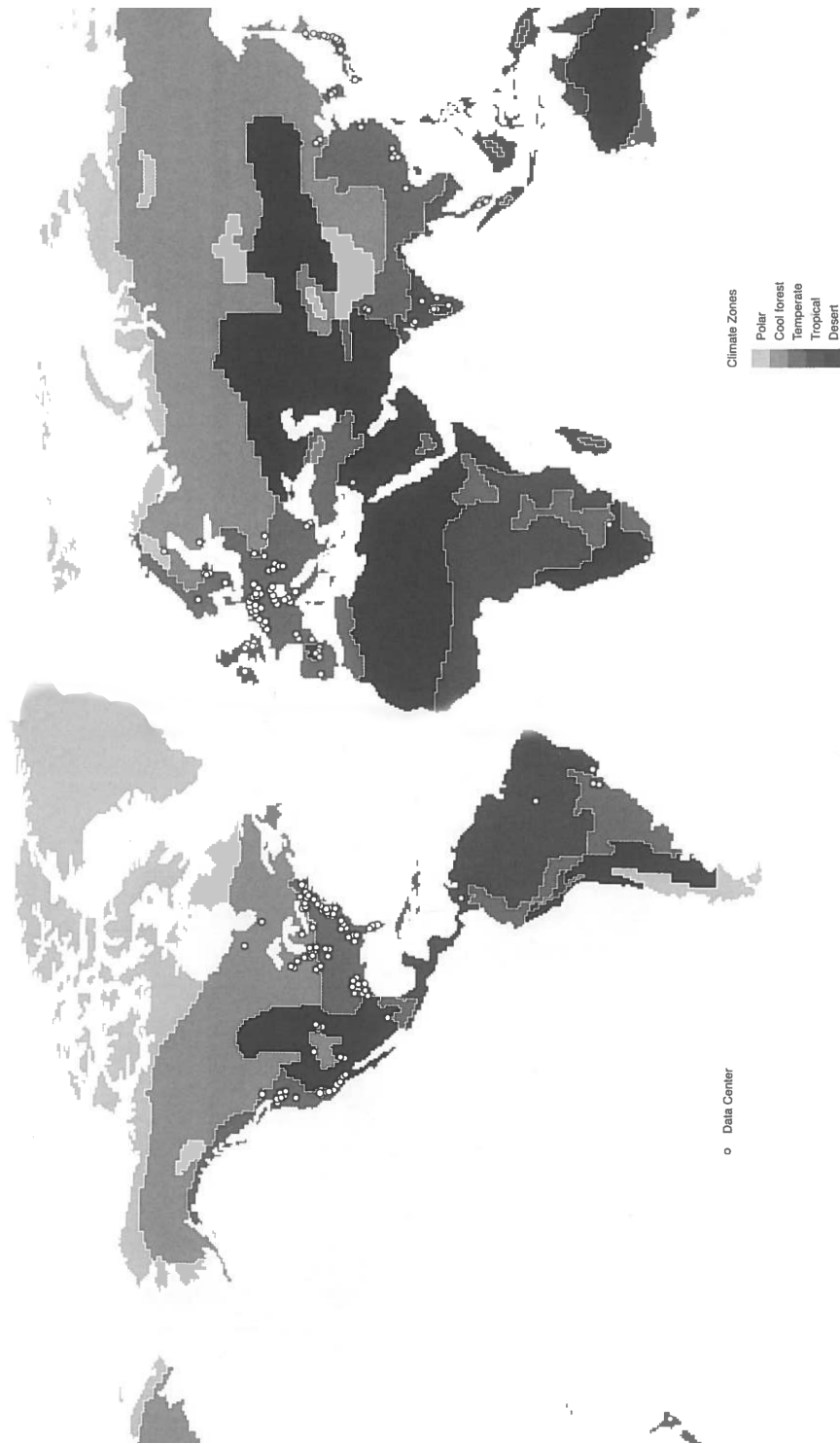
de données se concentrent principalement aux endroits propices à leur bon fonctionnement. L'emplacement est déterminé par quelques critères importants : la demande effective en données, la stabilité politique et économique d'une nation, les conditions météorologiques, les risques sismiques, la proximité aux réseaux (eau, énergie, télécommunication, routes) et aux entreprises (routes, banques, bourses, ville) [17] [18].

WHAT CAN FIT INTO A 1 TERABIT, 1 SQUARE INCH BOX?





[17] Carte représentant la densité de population mondiale.
 Source : DATA SPACE. CLOG



[18] Carte représentant le type de climat.
Source : DATA SPACE. CLOG



Stockage et Calcul : Un Enjeu

L'accessibilité, l'exploitation et la sauvegarde d'informations numériques sont devenues un enjeu majeur dans le développement d'une société numérique.

Dans son livre «Mechanisms : New Media and the forensic Imagination», Matthew Kirschenbaum fait référence au rapport de 1945, «Draft Report on the EDVAC» de John Von Neumann dans lequel il «[...] établit qu'il n'y a pas de calcul sans la représentation des données dans un substrat physique correspondant». En plus des nécessités de calcul, ce «substrat» physique, carte perforée ou disque dur, détermine l'emprise au sol nécessaire du data center. Le premier ordinateur avec de la mémoire fut l'ENIAC : 18'000 tubes et 1'500 relais occupant 170m² pour 30 tonnes, ce calculateur pouvait stocker uniquement 20 séries de 10 chiffres (200 bytes)¹.

La relation est simple, plus on veut stocker et exploiter des données, plus la surface nécessaire est grande. L'homme Cyborg, à travers toutes ces extensions et ces outils, produit une quantité infinie de données individualisées. Chaque interaction de notre société numérique (lire un e-mail, envoyer une SMS, lire la météo, une transaction financière, gestion de l'énergie...) crée et consomme de plus en plus de données. Les collectes massives de ces données, les BIG DATAs, par les opérateurs de services numériques comme Google ou Facebook, font partie aujourd'hui des investissements stratégiques de ces grandes compagnies. Elles voient dans ces données, l'opportunité d'adresser à chaque individu une offre personnalisée (la publicité ciblée par exemple) mais aussi de gérer, avec les autorités, des problématiques globales comme la gestion de l'énergie et des ressources ou même le trafic routier.

En plus de ces BIG DATAs, l'apparition des applications

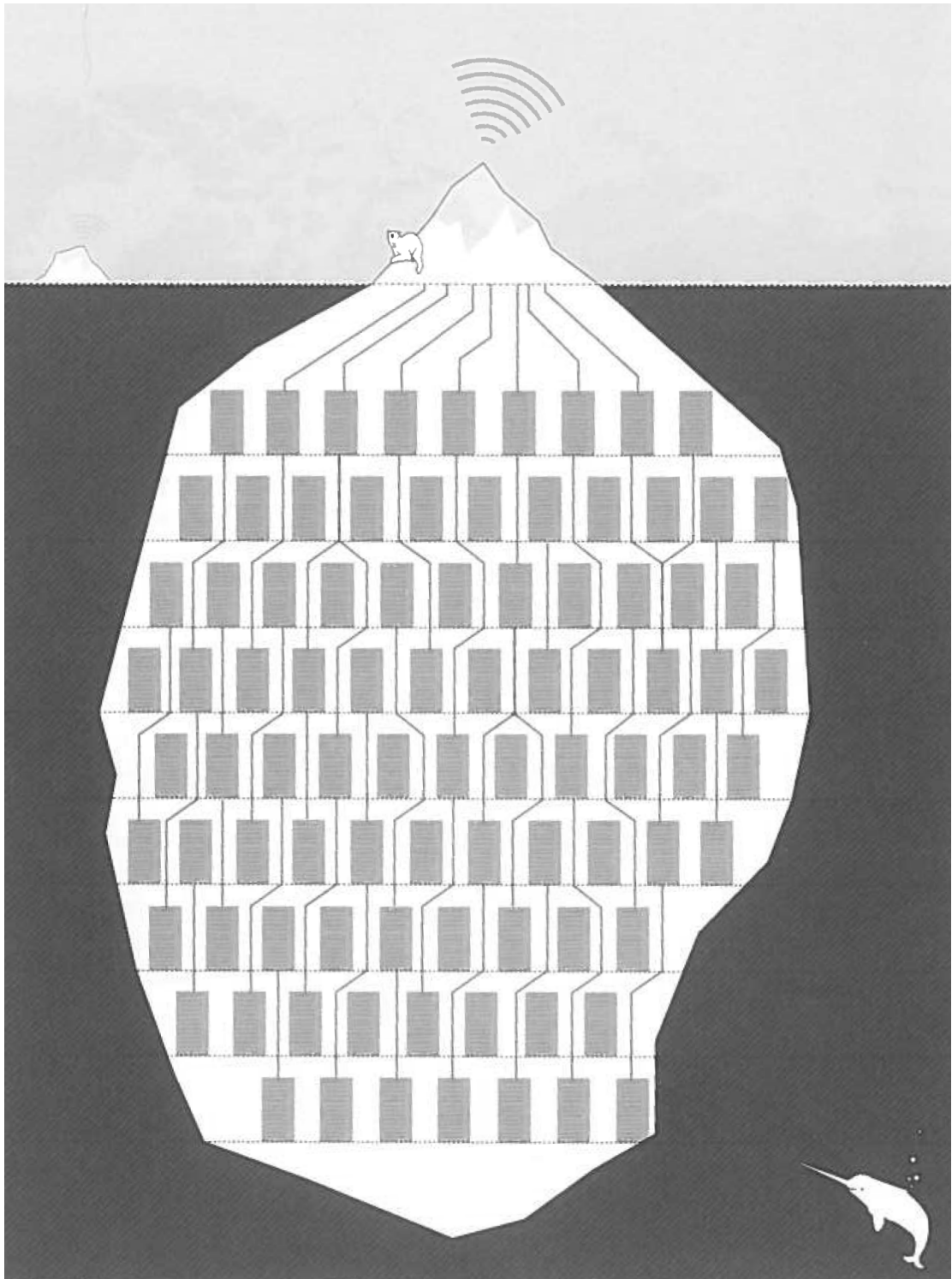
1 TOSHIBA Europe. From ENIAC to anything? <http://www.toshiba-europe.com/computers/sna/tnt/visions97/feniachtm>

cloud based (Dropbox, Apple iCloud, Adobe Creative Cloud...) et des réseaux sociaux, combinés aux applications scientifiques, comme les prévisions météorologiques, les simulations (Blue Brain Project), les expériences (LHC) ont fait exploser la demande en surface de serveurs. Chaque année, plus de 5.75 millions² de nouveaux serveurs sont déployés, ce qui équivaut à environ 600'000m² de surface (rack, ventilation et électricité).

En plus des défis physiques, le stockage et le calcul digitalisé apportent sa part de préoccupation culturelle. Comme explicité plusieurs fois par Antoine Piconn dans son livre « , l'abondance et l'accessibilité des données numériques non hiérarchisées engendrent un aplatissement de la mémoire. Phénomène déjà présent dans la troisième transition de la cognition humaine décrit par Merlin Donald, le recours croissant à l'externalisation de la mémoire sur des supports technologiques intensifie les effets sur notre développement cognitif et notre comportement. Les effets, comme la dissociation de la personne avec sa mémoire, sont accentués par le fait que chaque information externalisée, calcul ou interaction digitale possède la même valeur, la même importance : une suite binaire interprétée par un terminal.

L'architecture ne se soustrait pas à ce phénomène. Comme le remarque Greg Lynn dans l'introduction du livre Archéologie du Numérique, « Les itérations des fichiers numériques, les objets numériques et ensembles de données d'origine, disparaissent à chaque migration vers un nouveau système d'exploitation, chaque déménagement d'un bureau ou mise à niveau du matériel informatique ». La digitalisation du travail de l'architecte transforme ce qui était une fois de l'art physique en art virtuel, posant la question de savoir s'il sera possible d'effectuer des recherches sur ces projets sans avoir accès à leurs fichiers numériques. La numérisation massive de la culture (Google Library par exemple) tente de répondre à cette inquiétude. Mais en plus de consommer de plus en plus d'espace digital,

cette volonté participe d'avantage à cette dissolution de la hiérarchie de la mémoire, stockant tout, par peur d'oublier ou de perdre quelque chose [19].



[19] «Tip of the Databerg». Illustration par Obina Elechi, 2011

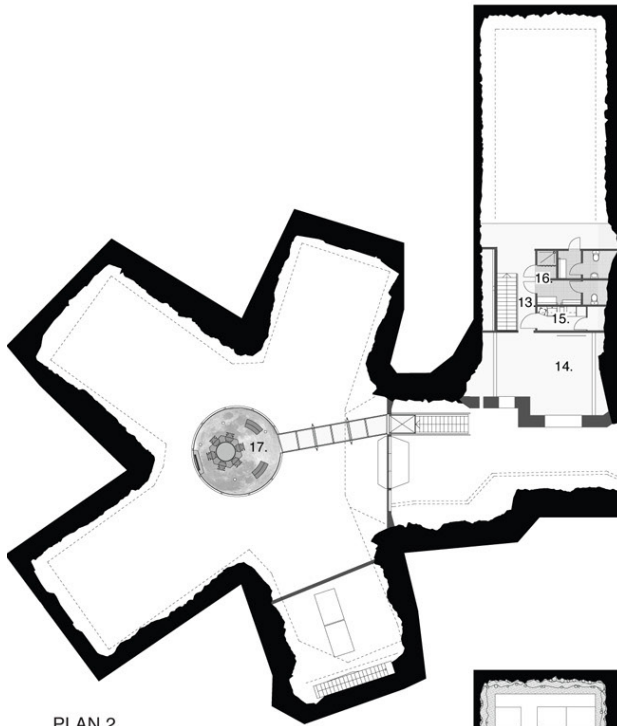


Hébergeant et exploitant des données de plus en plus vitales et confidentielles, les data centers sont devenus en quelques années de véritables coffres-forts numériques. Combinant des données personnelles (publiques et privées) ou commerciales, leur protection et leur disponibilité sont au centre des préoccupations techniques. Afin de garantir un service de qualité, les centres de traitement de données doivent respecter plusieurs mesures essentielles. Dans un premier temps, un contrôle régulier, voire constant, de l'environnement doit être fait : surveillance de la climatisation, des risques d'incendie, etc. Un incident pourrait causer la perte de milliards de données. De plus, cet espace doit être équipé d'un système d'alimentation électrique d'urgence. Il doit être également surveillé par des personnes physiques pour éviter toute intrusion ou pour agir rapidement en cas de problèmes majeurs.

Dans des cas singuliers, certains data centers s'installent à l'intérieur d'anciennes infrastructures militaires. Par exemple, Pionen-White Mountain est un data center construit dans un ancien abri anti-atomique de 1100m² creusé sous la montagne suédoise [20]. Conçu pour supporter l'impact d'une bombe à hydrogène à proximité, le projet rappelle certaines scènes de films de science-fiction et d'espionnage. En plus d'être un centre sécurisé, l'image véhiculée par le projet possède une valeur publicitaire[21]¹. Pour garantir une homogénéisation des dispositifs de sécurité alloués aux data centers, des organismes, comme le Uptime Institute, délivrent des certifications. Le Tier Level, de Uptime Institute est le plus connu et le plus répandu. La classification comporte les niveaux Tier I, Tier II, Tier III et Tier IV².

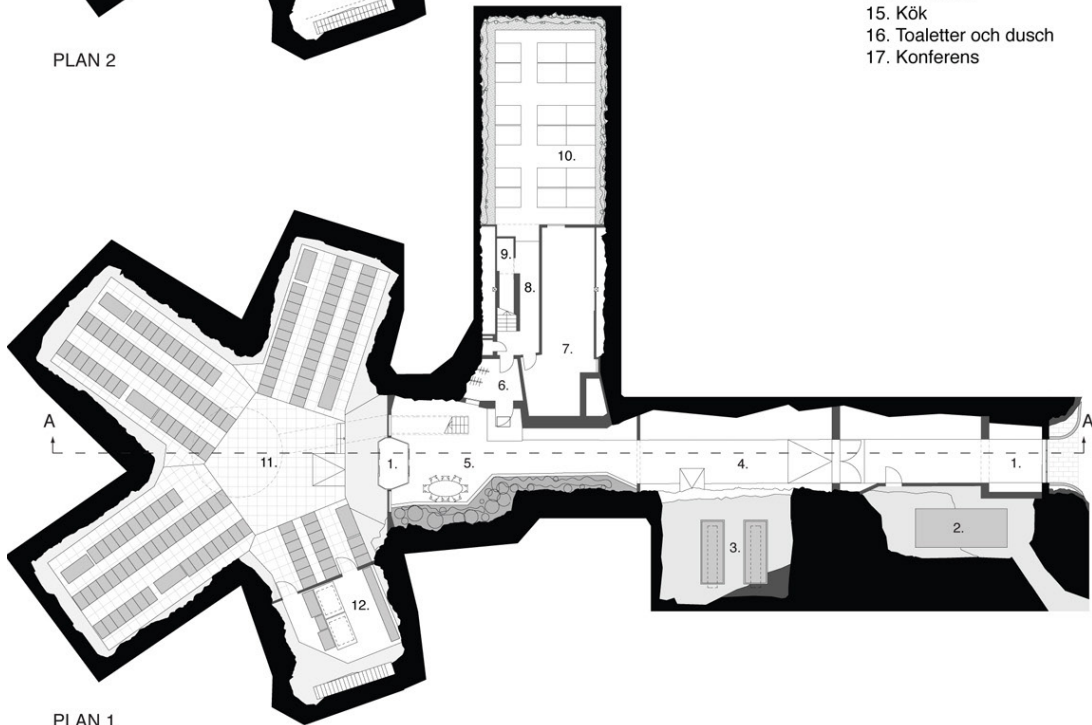
1 MAY, Kyle. DATA SPACE, New York, CLOG, 2011

2 Uptime Institute. [s.d.]. Dans Wikipédia, l'encyclopédie libre. Repéré le 30 mai 2016 à http://fr.wikipedia.org/wiki/Uptime_Institute



PLAN 2

- 1. Sluss
- 2. Kyltorn
- 3. Dieselutrymme
- 4. Tunnel
- 5. Växthus
- 6. Vestibul
- 7. Kylsystem och elcentral
- 8. Korridor
- 9. Lager
- 10. Kontor
- 11. Serverhall
- 12. Ställverksrum
- 13. Entré
- 14. Relaxrum
- 15. Kök
- 16. Toaletter och dusch
- 17. Konferens



PLAN 1

[20] Plan du data center Pionen-White Mountain. Le projet a été dessiné par le bureau d'architecte Albert France-Lanord Architects



[21] Photo de l'espace central du data center Pionen-White Mountain. Le projet a été dessiné par le bureau d'architecte Albert France-Lanord Architects. Photo par Åkesson Lindman

Chaque niveau reprend les caractéristiques des niveaux précédents, en y ajoutant certaines améliorations.

Tier I - Le Basique

Site basique sans redondance (capacité N). Il doit cependant disposer au minimum de salles informatiques dédiées, d'un groupe électrogène disposant d'une réserve de fioul de 12 heures, et d'un onduleur.

Un data center Tier I nécessite au moins un arrêt annuel pour maintenance. Une grande partie des maintenances et pannes génèrent un arrêt du site.

Tier II - La Redondance

Le Tier II est caractérisé par la redondance de sa production (capacité N+R). L'ensemble des composants dispose de redondance : Groupes électrogènes, cuves à fioul, onduleurs, production de froids (groupes froids, pompes, unités de froid en sales, etc. Les distributions (électricité et froid) n'ont pas besoin d'être dupliquées.

Un data center Tier II nécessite au moins un arrêt annuel pour maintenance. Certaines maintenances et pannes génèrent un arrêt du site, notamment sur les circuits de distribution.

Tier III - La Maintenabilité

Tous les composants d'un data center Tier III sont maintenables sans arrêt de l'informatique. Le corolaire est que tous les composants et circuits de distribution sont redondants. De plus les groupes électrogènes doivent pouvoir fonctionner à charge nominale (N) sans limitation de durée. Cela implique que les valeurs de groupe à retenir est la «Continuous Power » (CP) selon la norme ISO8528.1. Un déclassement de 30% de la PRP (Prime Rating Power) est à appliquer aux groupes ne déposant de classification «CP».

Aucune maintenance ne doit provoquer un arrêt de l'informatique.

Certaines pannes, incidents ou erreurs humaines peuvent interrompre l'informatique

Tier IV - La tolérance aux pannes

Le data center Tier IV présente les grandes caractéristiques suivantes :

- Tous les composants et distributions sont maintenables sans impact IT,
- Réponse automatique aux pannes uniques (N Capacity),
- Compartimentage coupe-feu : aucun élément de la voie A ne peut être dans le même compartiment qu'un composant de la voie B,
- Continuous Cooling : assurer le refroidissement en absence totale d'alimentation électrique,
- Groupe Électrogène fonctionnant sans limitation de durée (Continuous Power),

Le corolaire est l'absence de SPOF (Single Point Of Failure).

Le Tier IV est tolérant aux maintenances, pannes (uniques), et incident même graves (incendie par exemple).

<u>Type de Tier</u>	<u>Caractéristiques</u>	<u>Taux de disponibilité</u>	<u>Indisponibilité statistique annuelle</u>	<u>Maintenance à chaud possible</u>	<u>Tolérance aux pannes</u>
<u>Tier I</u>	Non redondant	99,672%	28.8 h	Non	Non
<u>Tier II</u>	Redondance partielle	99,749%	22 h	Non	Non
<u>Tier III</u>	Maintenabilité	99,982%	1,6 h	Oui	Non
<u>Tier IV</u>	Tolérance aux pannes	99,995%	0,4 h	Oui	Oui

Data Center :

Typologie

- 03.01_Types et Catégories
- 03.02_Schémas et Principes Techniques
- 03.03_Un Programme Technique Devenu Thème Architectural
- 03.04_Projets Existants
- 03_05_Data Space

03



Types et Catégories

03.01

Il existe plusieurs types de data centers, répondant chacun à des besoins distincts.

Souvent coexistants, les types principaux sont des centres de calculs purs, des centres de stockage et des centres de virtualisation. Les catégories au sein d'un data center sont quant à elles multiples. On peut citer par exemple les centres de calculs scientifiques, les centres météorologiques, les calculateurs balistiques, les gestions financières (micro trading), les réseaux sociaux, les archivages numériques, le cloud, etc.

Les catégories seront déterminantes au moment de planifier les surfaces nécessaires, le niveau de redondance, la sécurité et la proximité d'un point physique sur la terre. Plus l'accessibilité doit être rapide, plus le centre doit être proche de son point d'intérêt.

Le CERN, afin de minimiser la latence avec le LHC, a installé son data center à proximité immédiate de son accélérateur de particules [22].

Si les données stockées et/ou traitées sont sensibles alors la redondance physique est nécessaire. Il peut en résulter plusieurs data centers jumeaux, répartis sur la terre, interconnectés, échangeant les données sans cesse, afin de garder un niveau d'accessibilité supérieur.

Types et Catégories

Typologie

71



[22] Image du data center du CERN, Centre Européen de Recherche Nucléaire. Entre la Suisse et la France, ce data center est utilisé pour collecter et analyser les données du LHC. Photo :@CERN



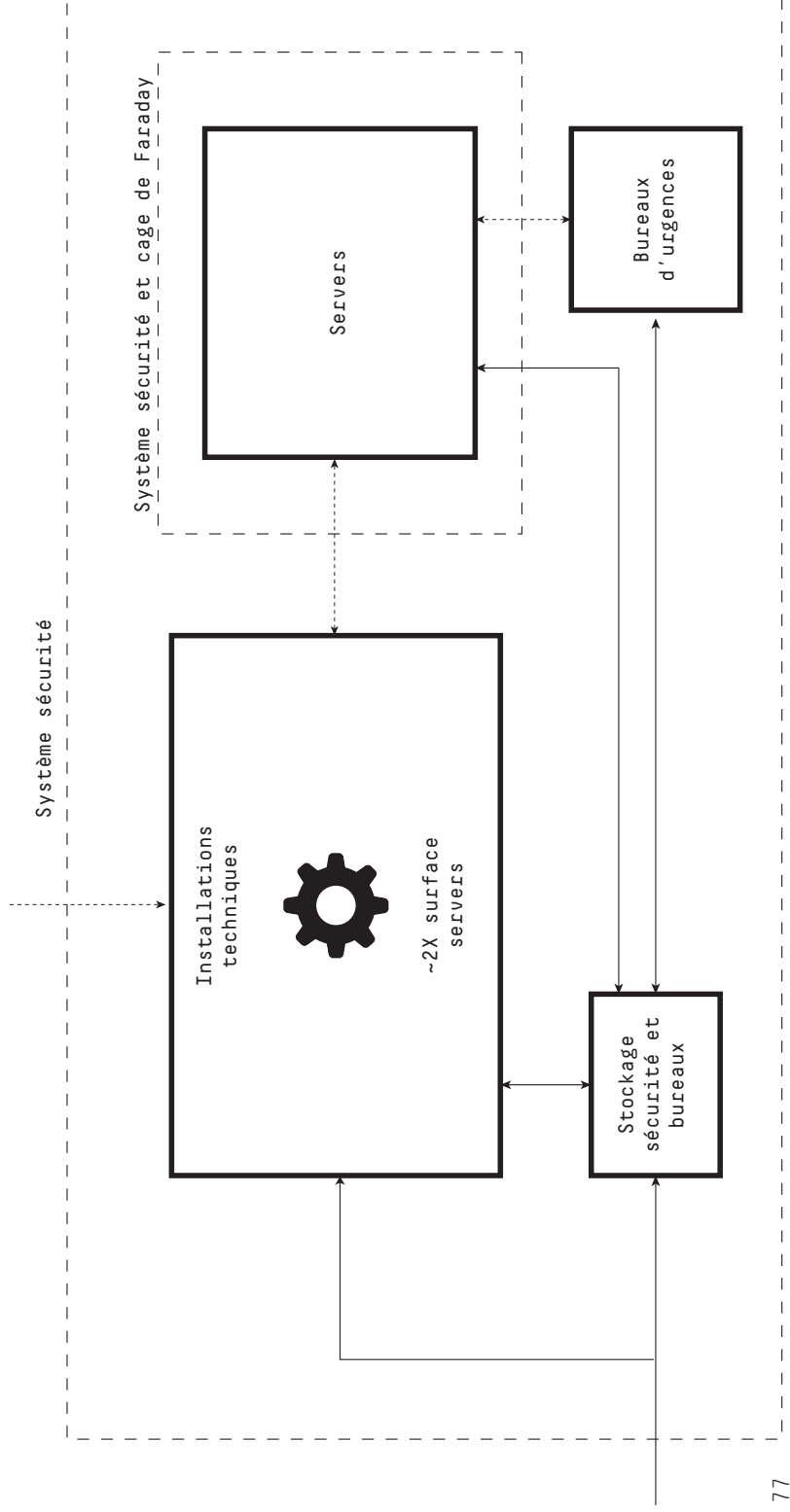
Un data center peut être aménagé dans une seule pièce, sur un étage d'immeuble ou dans l'immeuble entier. Sa composition est très complexe : chaque salle doit être munie de caméras de sécurité et d'accès sécurisés. De nombreuses armoires électriques sont présentes dans chacune des salles qui sont toutes supportées par un groupe électrogène. Autant d'électricité est nécessaire pour alimenter les ordinateurs, les routeurs ou encore les commutateurs. La fibre optique est très utilisée pour les connexions principales même si certains utilisent encore des câbles en cuivre. Par ailleurs, tous les équipements informatiques sont disponibles des armoires dites rack. La largeur standard de 19 pouces (48,26 cm) et la hauteur est divisée en unités U, de 4.5 centimètres. L'ensemble de ces racks forment des rangées bien organisées.

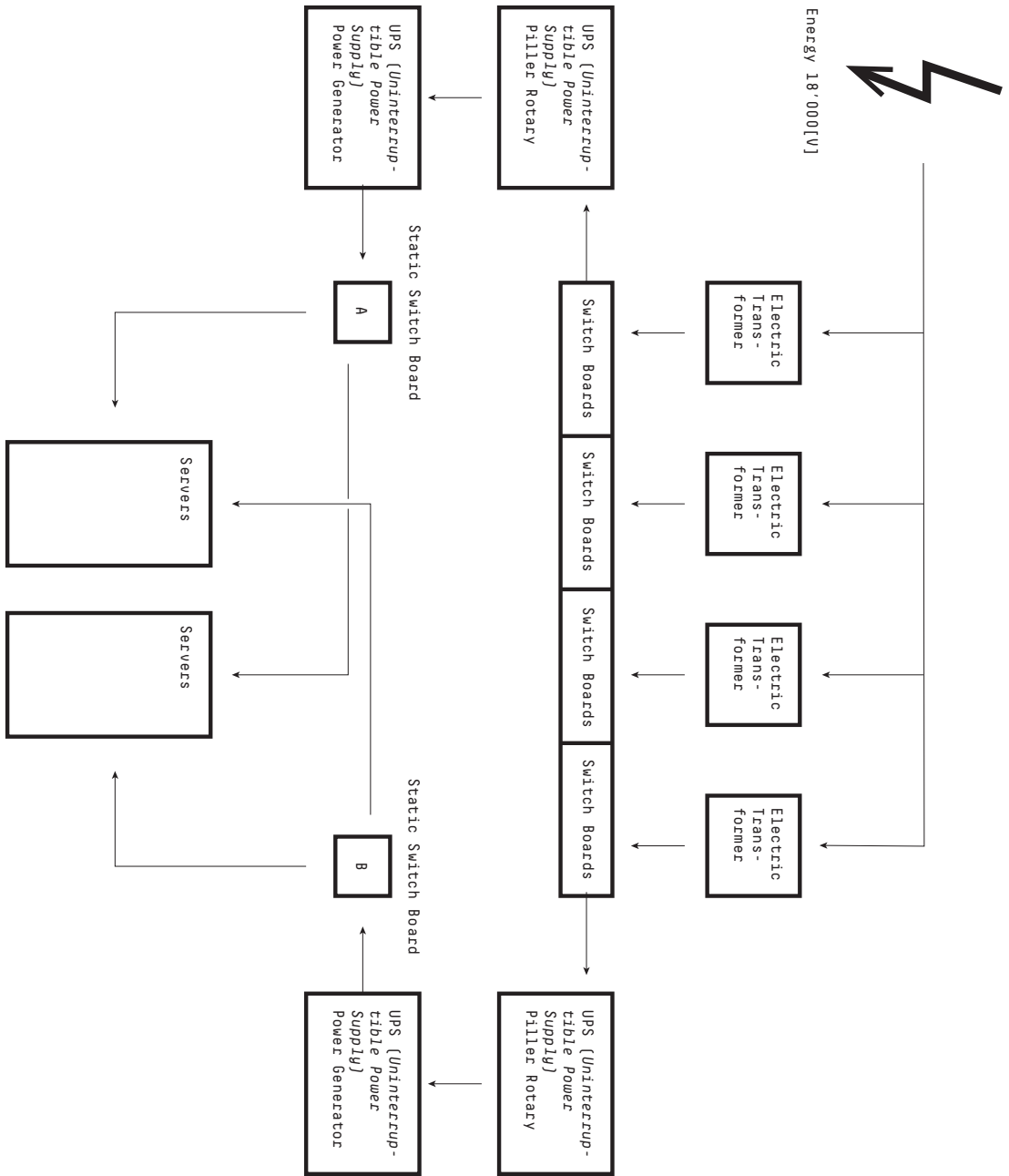
La climatisation est essentielle pour éviter la surchauffe produite par les équipements informatiques. La pièce est ainsi maintenue à des températures avoisinants les 20 degrés Celsius. Les allées peuvent être divisées en deux types : allée chaude/ allée froide. Ainsi, l'air chaud est plus facilement évacué.

L'efficacité énergétique d'un data center est déterminée par la valeur PUE, Power Usage Effectiveness. Cette valeur, référence pour l'efficacité énergétique, se calcule en divisant par l'énergie totale consommée par le centre informatique par l'énergie consommée par le système informatique. En quelques années, la valeur de l'indicateur qui était autour de 2,5 pour un grand nombre de centres descend autour de 1,2 pour les meilleurs en 2010, avec une moyenne de l'industrie autour de 1,7¹ Google publie le PUE de ses centres de données, dont la valeur

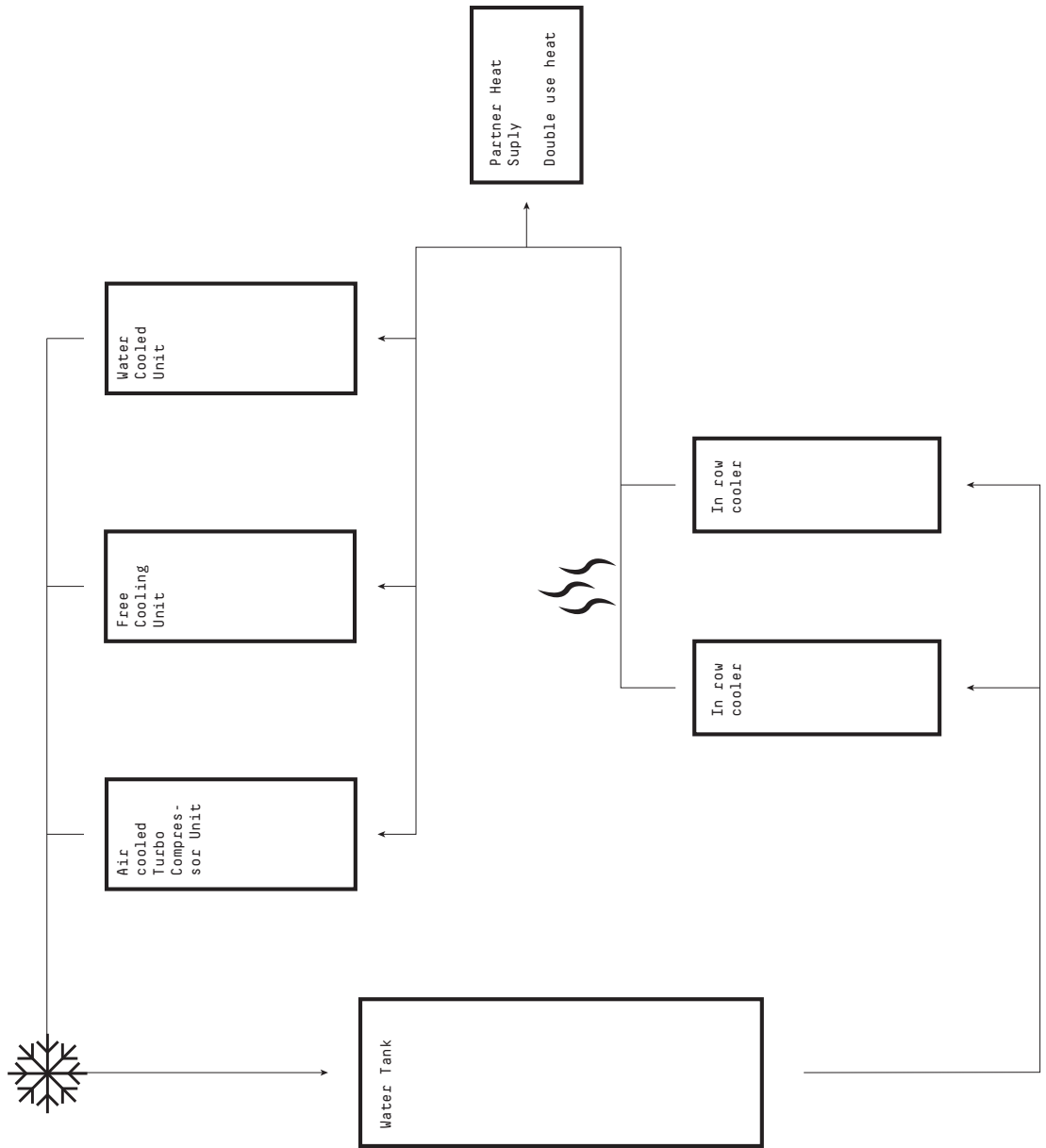
1 Le «Power Usage Effectiveness», mesure désormais de référence pour l'efficacité énergétique des «data centers»

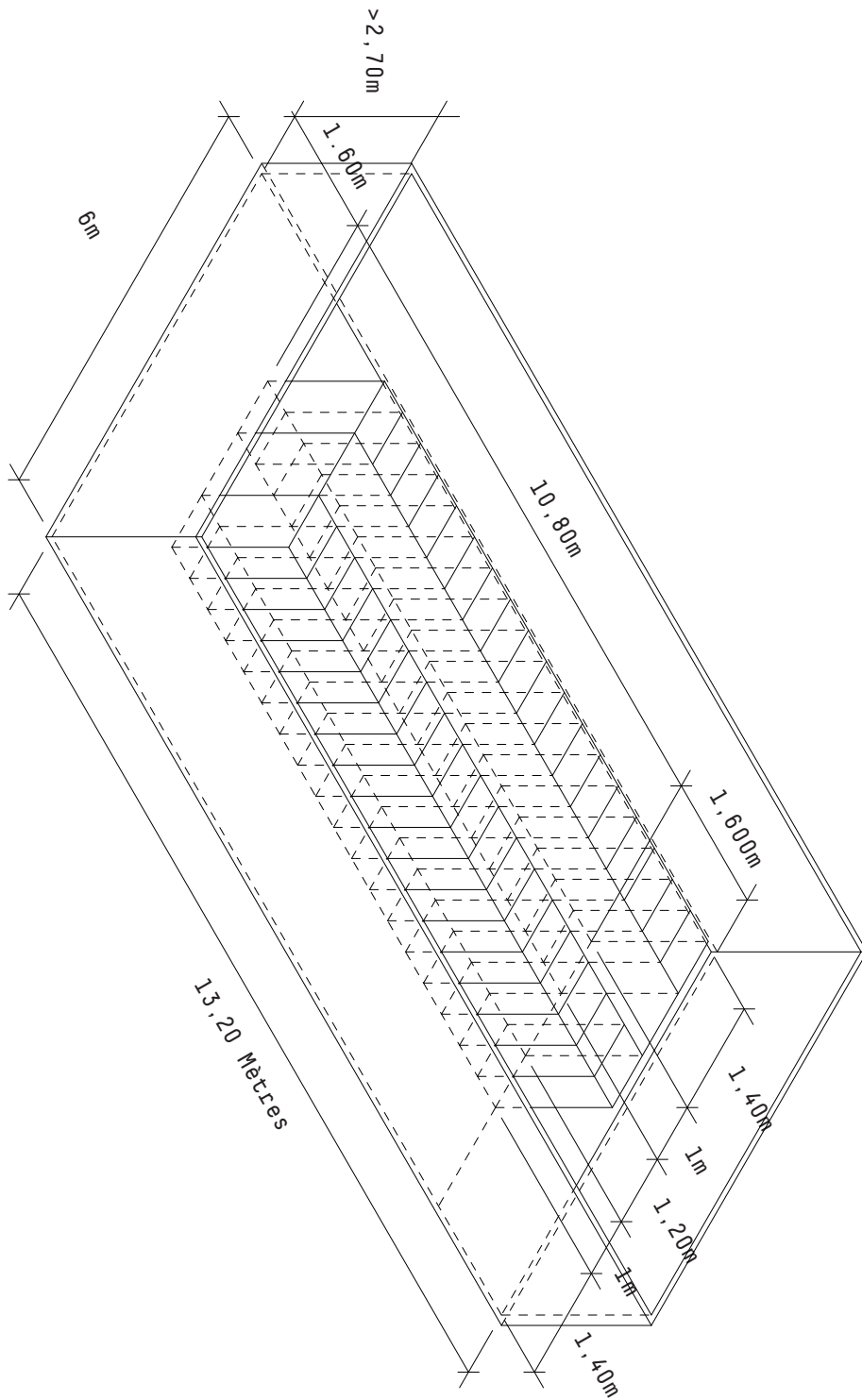
est passée de 1,20 en 2009 à 1,12 en 2014.² L'augmentation de la densité des data centers se traduit par des valeurs plus élevées d'énergie consommée par l'infrastructure informatique au m² ce qui a pour effet de diminuer le PUE.





Schémas d'organisation électrique





Module de base, type allé chaude.

Un Programme Technique Devenu Thème Architectural

Comme énoncé dans le chapitre «pré-numérique», il est important de mettre en évidence le lien étroit que possède la technologie avec l'architecture. L'apparition du mouvement moderne en architecture s'est alimentée du bouleversement cataclysmique apporté par la révolution industrielle qui contient entre autres la notion nouvelle de «prolétariat», les découvertes technologiques, l'interprétation par certains de son architecture et de son organisation comme nouveau modèle vernaculaire.

Lors de son voyage en Grande-Bretagne en 1823, Karl Friedrich Schinkel a dessiné ces nouvelles villes et a participé à la diffusion d'une nouvelle image de l'architecture fonctionnaliste industrielle. Il en tirera également quelques éléments de langage au moment du dessin de l'église néo-gothique Friedrichswerder à Berlin entre 1824 et 1830 [utilisation de briques, de moulage en terre cuite et quelques éléments structuraux] et de la Berliner Bauakademie en 1832 située à quelques mètres de l'Église [23].

Plus tard, injectant de nouveaux matériaux aux formes Schinkelienne, architectualisant l'usine comme type, Behrens a établi une nouvelle esthétique faisant écho à l'esprit du premier Age de la Machine. Déambuler à côté de la AEG turbine Factory à Berlin, un candide ne réalisera probablement pas la signification et l'importance historique prise par cette usine dans l'histoire de l'architecture. Le langage industriel, les colonnes en fonte, les façades en verre font partie aujourd'hui d'un vocabulaire ordinaire, mais lors de la réalisation du bâtiment par Peter Behrens, ce langage n'avait pas de précédent. Appelé «Factory Aesthetic» par Reyner Bahnam, ce type eu une influence certaine sur les générations suivantes. L'âge de la machine avait requis des usines

; Peter Behrens avait redéfini le type. Diffusé par les disciples de Behrens, Walter Gropius, Le Corbusier, Mies Van der Rohe, le mouvement moderne était né [24].

Dans son allocution de 1950 à l'IIT, Mies Van der Rohe explique que «Partout où la technologie atteint son réel accomplissement, elle se transcende dans l'architecture... C'est la cristallisation de sa structure intérieure, le dépliage lent de sa forme. C'est la raison pour laquelle la technologie et l'architecture sont si étroitement liées. »¹.

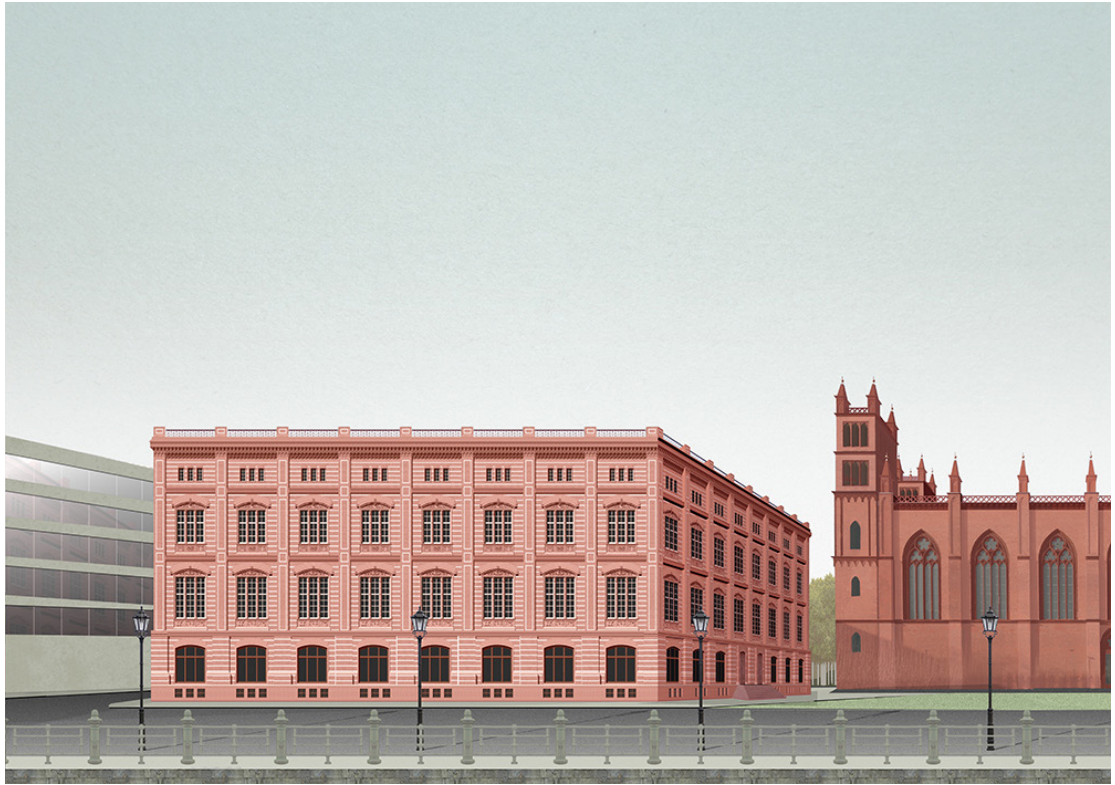
Après 40 ans, les réseaux et hubs caractérisent l'espace dans lequel nous vivons et déterminent notre comportement social et psychologique². Afin de survivre à la dématérialisation progressive des processus et des relations, l'architecture ne peut que se réinventer en tant qu'infrastructure des données invisibles : pas comme la machine à habiter moderniste, ou comme un support abstrait pour les activités humaines, mais comme dispositif qui est capable de détecter, capturer et ré-interpréter les données invisibles qui caractérisent la société contemporaine.

Les investissements massifs dans l'infrastructure technologique vont nécessiter un effort équivalent pour ériger des structures afin de protéger ces équipements, garantissant que le data center restera un acteur critique du paysage construit. Cette réalité est non sans controverse. Cette activité est invisible, les espaces inaccessibles et les contenus sensibles aux vols. Une observation formelle expose ses contradictions intrinsèques, ils ne révèlent rien de leur technique complexe intérieure pendant qu'ils diffusent leur contenu qui requiert une protection et une surveillance constante. La volonté est d'établir une

1 ULRICH Conrads, Programs and manifestoes on 20th-century architecture (Cambridge, Ma : MIT Press, 15th edition, 1975), p.154 « Wherever technology reaches its real fulfilment, it transcends into architecture... It is the crystallisation of its inner structure, the slow unfolding of its form. That is the reason why technology and architecture are so closely related. »

2 CORBO, Stefano. in DATA SPACE, New York, CLOG, 2011, p.102

typologie propre au data center, de manière équivalente à l'usine AEG de Behrens, proposer un vocabulaire propre à cette technique et à la culture qu'elle a engendrée.



[23] Perspective de l'église néo-gothique Friedrichswerder à Berlin et de la Berliner Bauakademie en 1832 située à quelques mètres de l'Église. Illustration de Loris Guillard, dans GEERS, Kerster, «FORM FOR THE CITY», Lausanne, EPFL, 2015.



[24] Photo de l'usine AEG de Peter Behrens.

Projets Existants

03.04

La forme prédominante pour un data center est une boîte. Provenant généralement d'une rénovation d'ancienne fabrique ou d'une construction similaire [structure en acier, couverture et façade aveugle en tôle ondulée, contexte industriel hors centre urbain], ces projets « non dessinés » couvrent de très larges surfaces au sol. (Photos de box) Faisant resurgir une image post moderne du « mall » américain, ces objets camouflés ou alors complètement isolés n'adressent aucun discours à la ville et restent de simples « black box », muettes et opaque [25].

Seuls quelques indices aideront les yeux avertis à détecter ces objets dans leur environnement bâti : les machines pour la ventilation « free-cooling », les réserves d'eau ou les pots d'échappement des nombreux générateurs de secours [26].

Par exemple, le data center d'IBM dans la région genevoise, s'est installé dans une ancienne usine de filature.

« Relier ces bâtiments, essentiellement pour un usage non-humain, à des rues à échelle humaine et plus difficile, aux gens dans ces rues, est un problème de conception de plus en plus fréquent d'autant que l'automatisation et la mécanisation prennent de plus en plus un grand rôle dans l'entreprise et de l'industrie. »

Cette citation semble s'adresser aux architectes souhaitant dessiner un data center qui émerge à travers le monde aujourd'hui. Toutefois, la source est un article de 1969 du Architectural Record décrivant le projet du nouveau AT&T Long Line buildings. Le data center qui, dans bien des sens, est un nouveau type de bâtiment singulier, pourrait voir dans la tour, originalement dessinée pour accueillir les machines pour les communications téléphoniques inter-état, son ancêtre le plus récent. L'exemple typologique

Projets Existants

Typologie

87

le plus marquant reste la tour de 1974, la AT&T Long Line Building au 33 Thomas Street dans le Lower Manhattan. Dessiné à la fin des années 1960 par John Carl Warnecke and Associates (qui est devenu le plus grand bureau nord-américain), le projet a repris beaucoup du langage des Long Line Buildings pour devenir ensuite le langage des data centers : façades pleines aveugles, périmètre sécurisé et la possibilité d'opérer en étant hors du système (dans le cas d'une attaque nucléaire par exemple). Cette « forteresse du 20e siècle » de 140m de haut se tient comme une sculpture monolithique plaquée de granite, s'adressant de manière ambiguë et mystérieuse à son contexte [27] [28]. Partageant des nécessités techniques et géographiques avec les Long Lines Buildings, les data centers ont remplacé les anciennes machines de télécommunication dans ces bâtiments aux coeurs des villes.

Le data center de Reuters dessiné par Richard Rogers est un des seuls projets qui a été publié [31]. Situé à Londres Docklands sur les bords de la Tamise, le projet fait partie de la réflexion que Rogers avait entreprise avec son master plan pour l'Est des Docklands et Isle of Dogs. Le programme posa immédiatement un problème à Rogers pour qui les personnes et les interactions sociales sont une source primaire d'inspiration, Reuters ne nécessitant qu'un nombre limité d'employés sur place. Directement après le projet de la Lloyd à Londres, le langage directement inspiré de Louis I. Kahn est à nouveau repris : « Espace servi, espace servant ». Des tours de circulations verticales généreusement dimensionnées emprisonnant le volume principal des grands espaces techniques. L'attitude rigoureuse, économique et rationnelle est contrebalancée par une générosité des espaces servants. Le projet est accompagné de deux pavillons au bord de l'eau, l'un contenant la réception et l'espace d'exposition et l'autre le restaurant avec une terrasse [31] [32]. L'attitude générique vis-à-vis du programme technique a obligé la séparation des programmes, ôtant toutes opportunités au data center d'agir lui même comme noeud d'interaction sociale.



[25] Data Centre de la NSA. Le projet, implanté dans l'Utah aux États-Unies occupe une surface totale d'environ 100'000m². En juillet 2013, le magazine Forbes estimait la capacité de stockage entre 3 et 12 exaoctets (milliards de gigaoctets), à l'aide de 10 000 racks de serveurs. À titre de comparaison, le magazine indique que l'intégralité des communications téléphoniques des États-Unis pendant une durée d'un an (estimée à 272 pétaoctets) pourrait être sauvegardée sur un espace représentant à peine 2 % de la capacité de stockage des serveurs du centre. Photo : NSA

BIG BOXES

an Ode to the Data Center

Lyrics by **Ed Ogosta**

(Music adapted from

"Little Boxes" by Malvina Reynolds)

Andante (satirically)



Big box-es, in the land-scape, big box-es full of cir-cui-try Big box-es Big



box-es, Big box-es all the same, There's a grey one and a grey one and a grey one and a



grey one And they're all filled up with cir-cuit-try and they all look just the same.



And the serv-ers in the box-es were made out in the Phi-lip-pines, Where they were put in



box-es, and sent to the U- S- A, There are chill-ers and hard drives and rack un-its and



CRAC un-its And they're all filled up with cir-cuit-try and they all look just the same.



And the da-ta in the box-es down-loads to our i-Phones, and it fills up our in-



box-es, and it all is just the same, And we're text-ing and blog-ging and brows-ing and



Twit-ter-ing, And we're all filled up with cir-cui-try and we all look just the same.



And the men who own the box-es are rich and have an em-pi-re, and they're all filled up with



cir-cui-try and they all look just the same, There's a grey one and a grey one and a grey one and a



grey one And they're all filled up with cir-cui-try and they all look just the same.



[27] Photo du Long Lines Buildings, à New York.



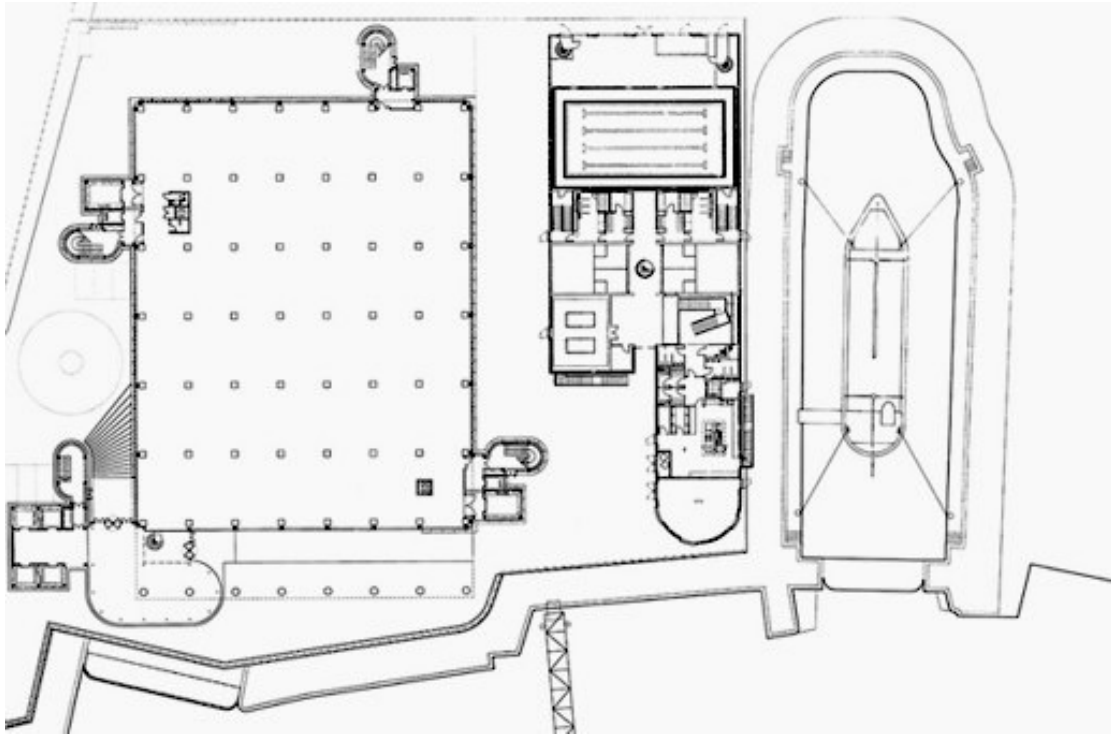
[28] Photo du Long Lines Buildings, à New York.



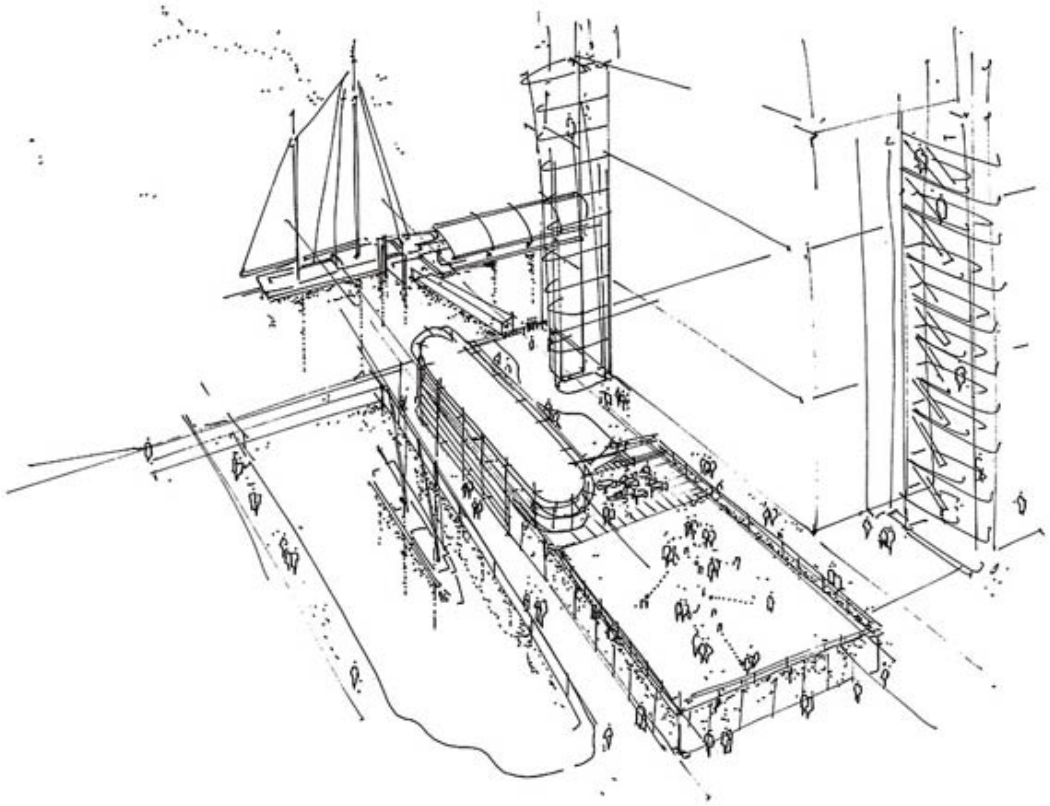
[29] Photo du Long Lines Buildings, à New York. Photo : Mikaël Sachs



[30] Photo du data center de Reuters. Projet par Richard Rogers.



[31] Plan du data center de Richard Rogers pour Reuters à Londres. On distingue clairement la séparation des typologies. Celle du bloc « data centre » à gauche et celui pour les employés. .



[32] Axonométrie du pavillon public adjacent au data center. Richard Rogers. 97



Data Space

03.05

Photo d'un voyage dans le monde d'un data center.

Lieu : Confidentiel

Date : Juin 2016

Data Space

Typologie

99













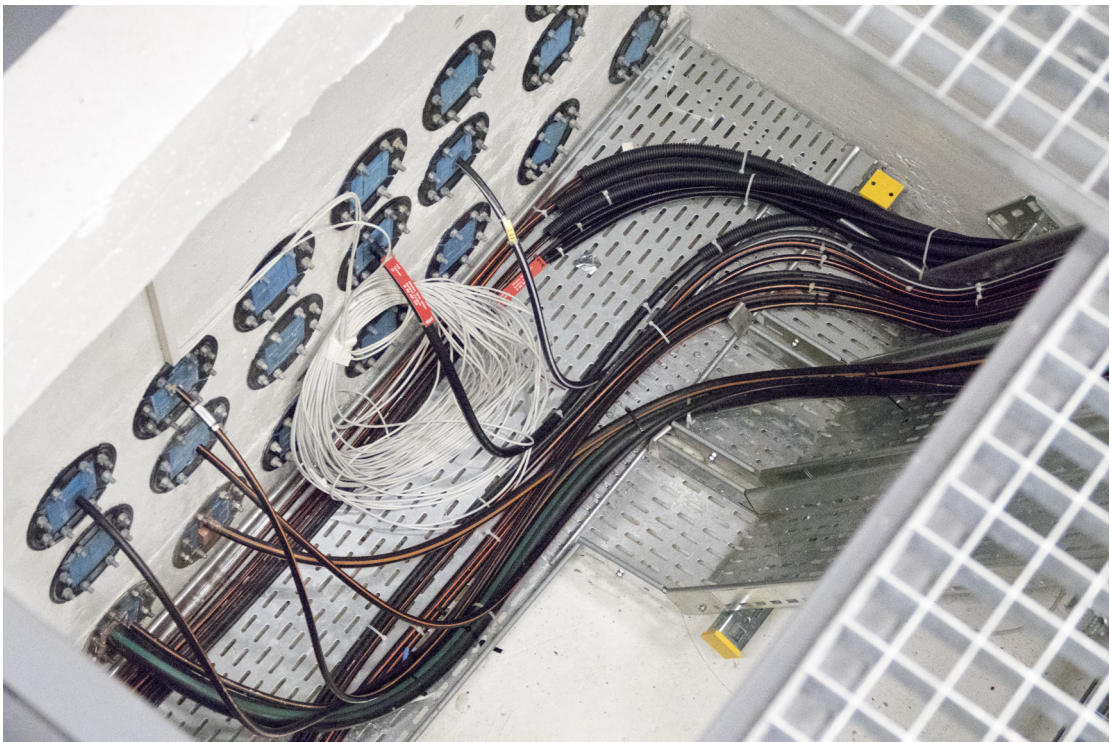






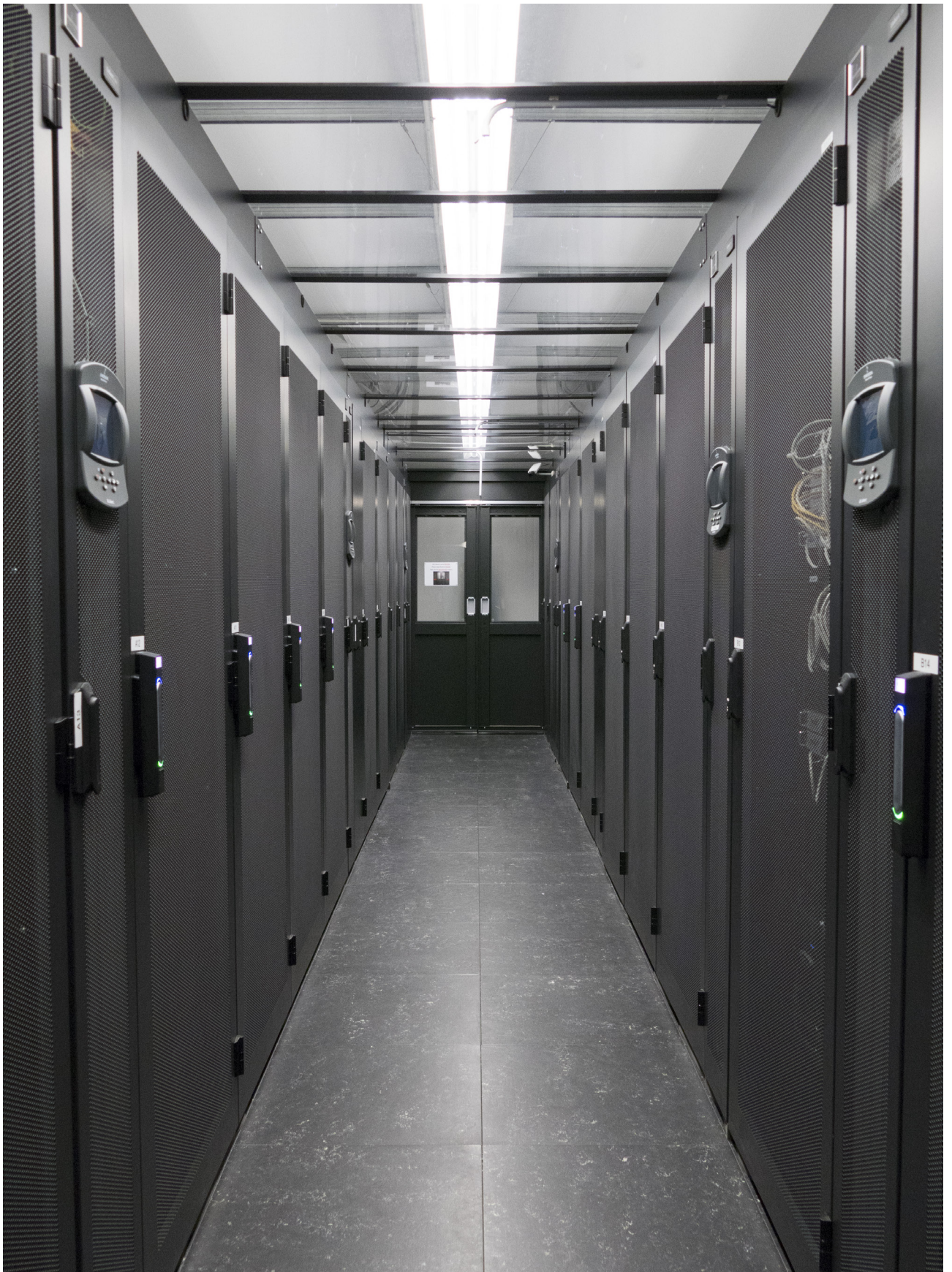












Data Center :

Un Projet

04.01_Zürich

04.02_Cadrage

04.03_Espace Public et Patrimoine

04.04_Démarche Projectuelle

04



Zürich

04.01

La Suisse, jouissant d'une stabilité, d'une neutralité et d'une quasi-autonomie énergétique, concentre énormément de data centers. Son image de « coffre-fort » vaut aujourd'hui aussi pour les données numériques. La transition numérique de la société suisse, accentuée par une politique pro-digitale, permet un développement exponentiel des surfaces allouées aux centres de données. Principalement situés aux abords des grandes villes (Genève, Zürich, Bale), les projets s'insèrent dans l'ancien tissu industriel, profitant d'infrastructures existantes. Le data center, milieu tempéré et sécurisé pour les machines, est le cœur de cette nouvelle ère post-numérique. Gardien des cultures mouvantes et insaisissables, le data center peut être perçu comme un univers public parallèle à la ville. De ce fait, son insertion dans le milieu urbain devient aujourd'hui pertinente. Signifiant d'un signifié invisible, il matérialise notre assimilation et notre dépendance aux systèmes numériques.

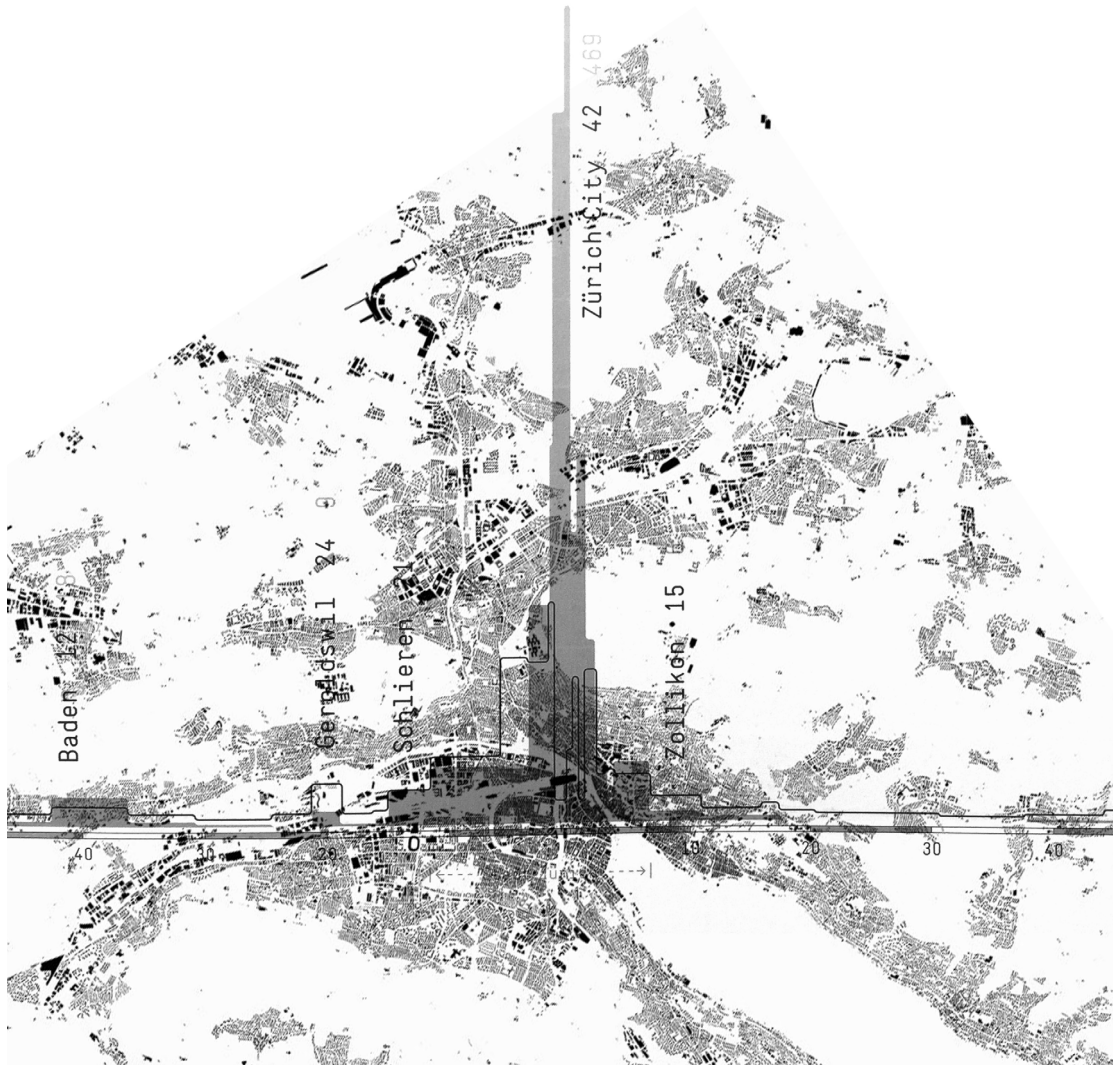
Zürich

Data Center : Un Projet

119



Schwarzplan de la ville de Zürich avec l'emplacement du projet mis en évidence.



Statistiques de densité d'habitation et d'emploi superposées à la carte de Zürich.

Ligne : habitation, poché : emploi. Städtische Dichte, Vittorio Magnago Lampugnani, Thomas K. Keller und Benjamin Buser (Hrsg.), NZZ Libro, Zürich 2007

Cadrage

04.02

La zone choisie permet d'appréhender le projet de manière complète, mêlant contexte patrimonial fort, topographie naturelle et artificielle, espace public et réseaux de transports denses. Zürich est un lieu idéal pour expérimenter un programme « post-numérique » qui pourra se nourrir du dynamisme de cette ville. C'est au sein de cette zone que la ville et ses citoyens consomment et nourrissent une masse incroyable de données. À la limite entre la vieille ville et les nouveaux quartiers longeants les infrastructures ferroviaires, le projet clôture l'extrémité nord de la Gessnerallee, irriguée par la grande concertation de réseaux physiques existants (transport, énergie, eau, patrimoine). Les contours de ces réseaux, accentués par les traces des anciennes douves, de la Limmat et de la Sihl, forment un îlot triangulaire.

Cadrage

Data Center : Un Projet

123



Photos du tracé des anciennes douves et illustration de la superposition des réseaux de la ville (eau, piéton, transport, patrimoine, espace public)



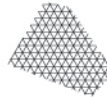
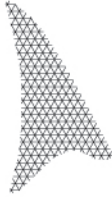


Carte des réseaux physiques et numériques à l'intérieur du cadrage effectué pour le projet à Zürich.





Gabarits maximums autorisés. 40m et 80m. Zürich





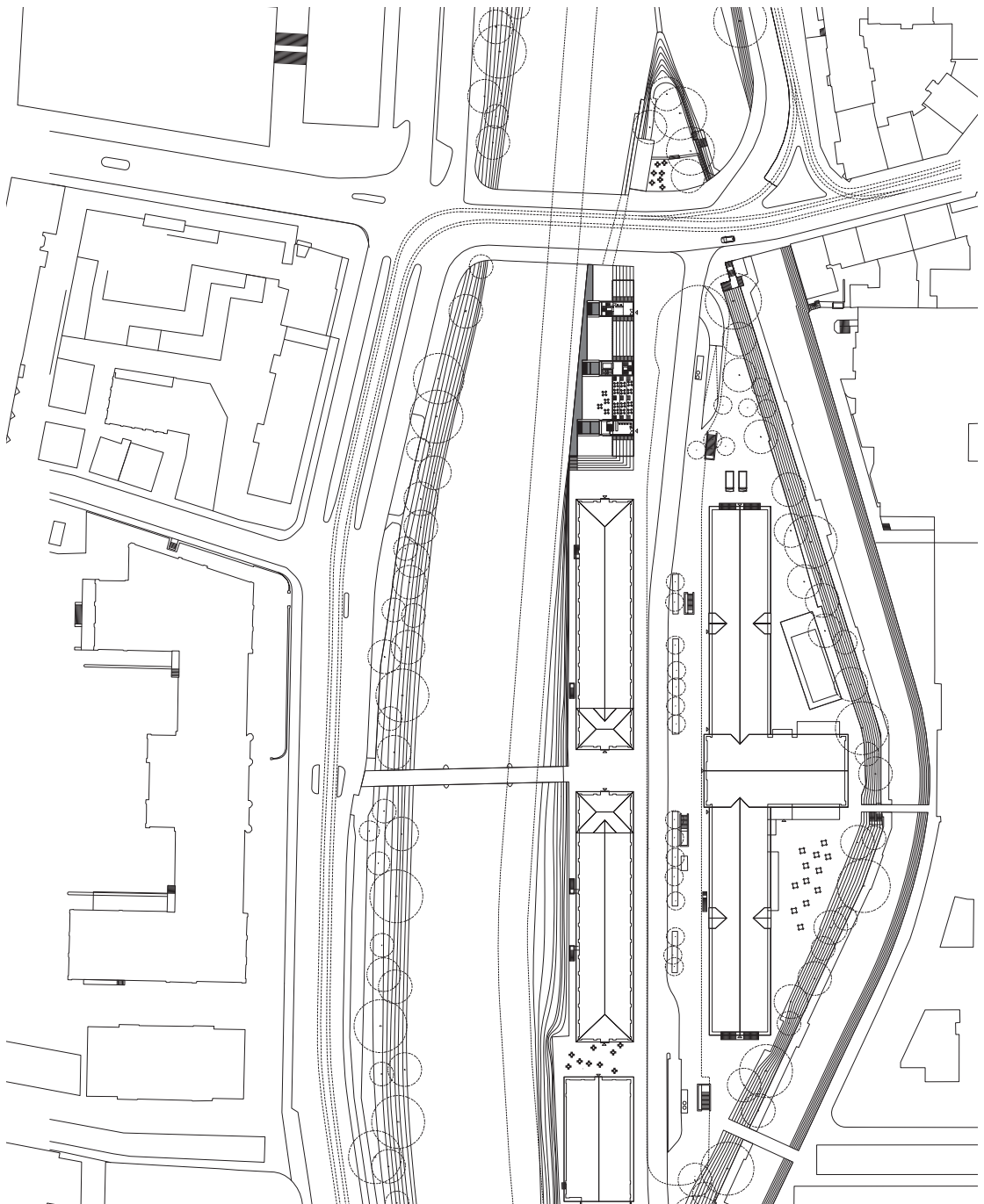
Réseau de promenades piétonnes. Zürich.



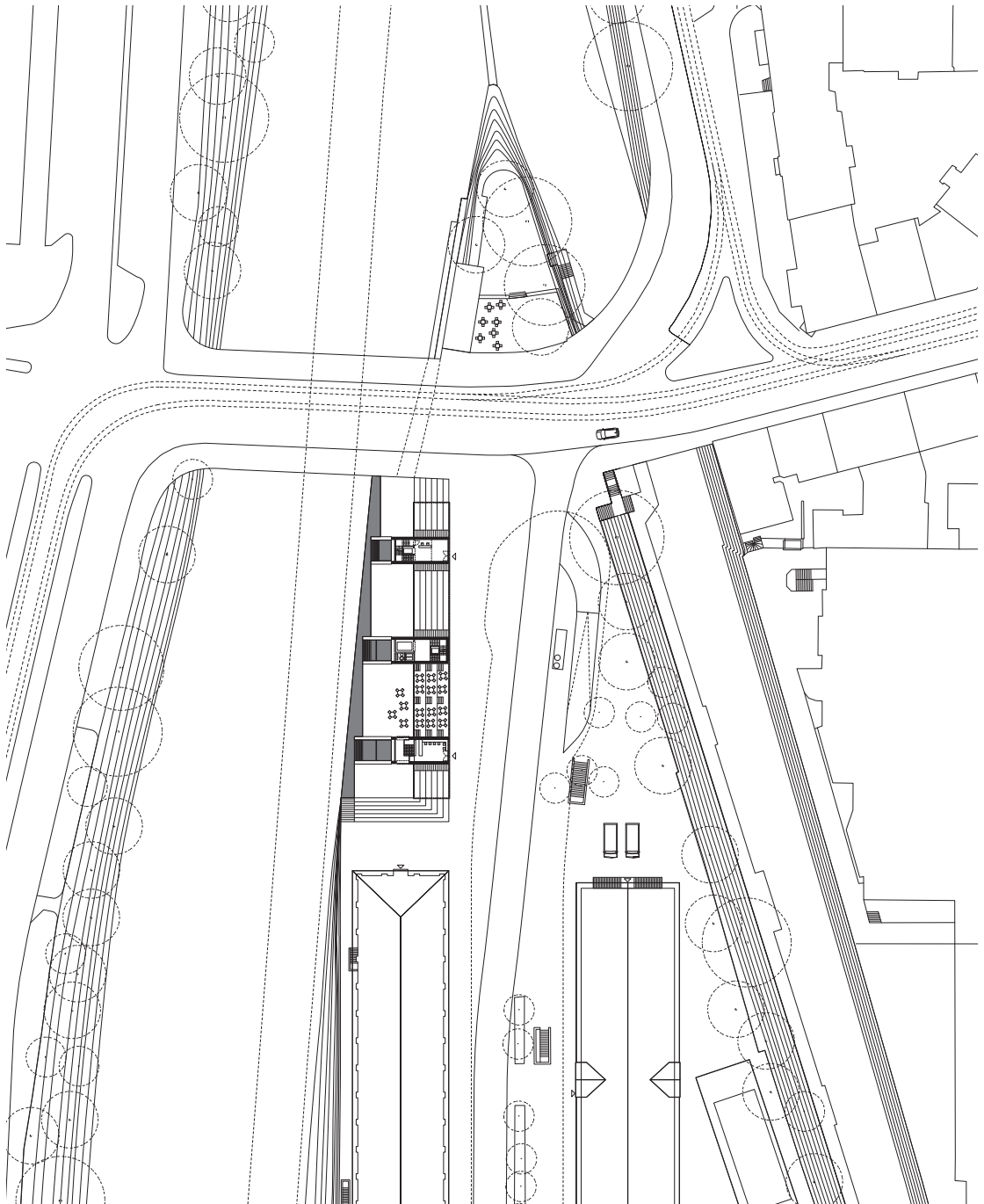


Photo de la pointe de l'îlot de la Gessnerallee où le projet se situe.





Plan de site. Gessnerallee.



0 25 50 Mètres

Plan de site. Gessnerallee.



«The collision of electronics and bodies will subvert the organisation of information and of cities. Each bit of information is controlled, but the mix of information is accidental and can't be organised. [...] Public space is the air space between bodies and information and other bodies; public space is a mix of electric current and sexual magnetism. So much information fills the air, and so many things and so many bodies, that you can trust and love any one of them only "for the time being." There's no danger of being a true believer, no danger of being a husband or a wife-you're playing the electronic field, you're on the move and on the make.»¹

Vito Acconci

Le data center connecte des espaces publics singuliers aux abords de ce triangle. Imaginés comme des extensions physiques du projet, ils forment un réseau numérique qui se superpose au tracé de la ville analogique. Ces espaces ont été sélectionnés pour leur singularité spatiale, leur proximité aux réseaux physiques mis en évidence et leur importance dans le paysage bâti zurichois. Dialoguant au travers d'un réseau numérique avec les espaces publics singuliers à proximité et se nourrissant de contenu culturel de l'école de danse et du théâtre, le projet tisse un espace public virtuel, englobant l'ensemble de la ville et de ses habitants.

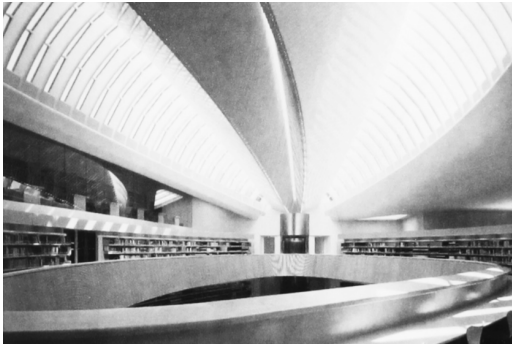
En plus de cette relation digitale avec son contexte, le projet propose un espace public physique entre le projet et la Sihl, qui s'inscrit dans le parcours global qui

¹ Public Space in a Private Time, Vito Acconci. *Critical Inquiry*, Vol. 16, No. 4 (Summer, 1990), pp. 900-918 Published by: The University of Chicago Press

entoure l'ilot triangulaire à l'intérieur duquel le projet prend place.



Espaces singuliers et leur connexion avec le data center.



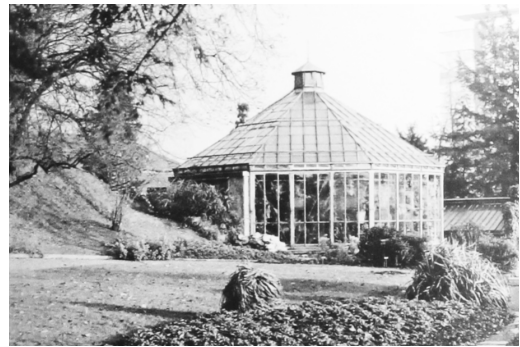
2_01 Bibliothek Universität Zürich



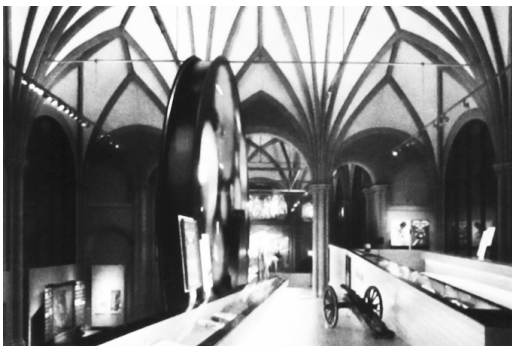
3_01 Musikpavillon



2_02 Kunsthaus



3_02 Gewächshaus



2_03 Schweizerisches Landesmuseum



3_03 Pavillon-Skulptur

02_Espaces publics culturels

03_Espaces publics extérieurs



4_02 Wasserkirche



5_01 See-Boots Zürich



4_03 St Peter



5_02 Bahnhof Stadelhofen



4_01 Reformierte Kirche St. Jakob



5_03 Zürich Hauptbahnhof



Patrimoines construits protégés. Zürich.

La grande densité du patrimoine architectural protégé par la ville et la confédération.

Démarche Projectuelle

04.04

L'architecture comme infrastructure doit servir de représentation schématique des processus numériques, les canalisant dans la conception des espaces réels. Grâce à l'utilisation de ces infrastructures, la tâche de l'architecture est de suivre l'invisible et de révéler le réseau des éléments ainsi que des points qui caractérisent notre société. Stimulant cette vision bipolaire (opaque/publique), le projet du data center tente d'établir un équilibre entre sa portée publique et sa condition sécurisée. S'érigeant comme un symbole, le projet tente de donner la possibilité aux personnes de se confronter au nouveau style de vie d'une ville à l'ère post-numérique. D'une générosité pragmatique, cette interface entre le savoir digitalisé et le monde physique s'adresse à la ville à travers sa présence physique.

Le but a été de dimensionner les programmes en fonction des besoins en données numériques, de la possibilité de distribution de la chaleur dégagée par les serveurs aux quartiers alentours et de l'espace disponible. Par exemple, la nécessité en chauffage du quartier de la Gessnerallee est estimée à 1,4MW, ce qui équivaut à environ le dégagement en chaleur de 1000m² de surface de serveurs [sans la partie technique].

Les salles des serveurs, superposées pour gagner en densité et en efficacité thermique, sont servies par trois tours techniques. Afin d'éviter des perturbations électromagnétiques, la façade est superposée d'un maillage métallique. L'air extérieur est refroidi dans les tours par pulvérisation d'eau de la Sihl. Cet air est ensuite filtré pour être injecté dans les salles de calculs. L'air froid, provenant des tours techniques, est aspiré dans les serveurs, et maintient la température à 16°C dans les machines. L'air chauffé par les serveurs parcourt

Démarche Projectuelle

Data Center : Un Projet

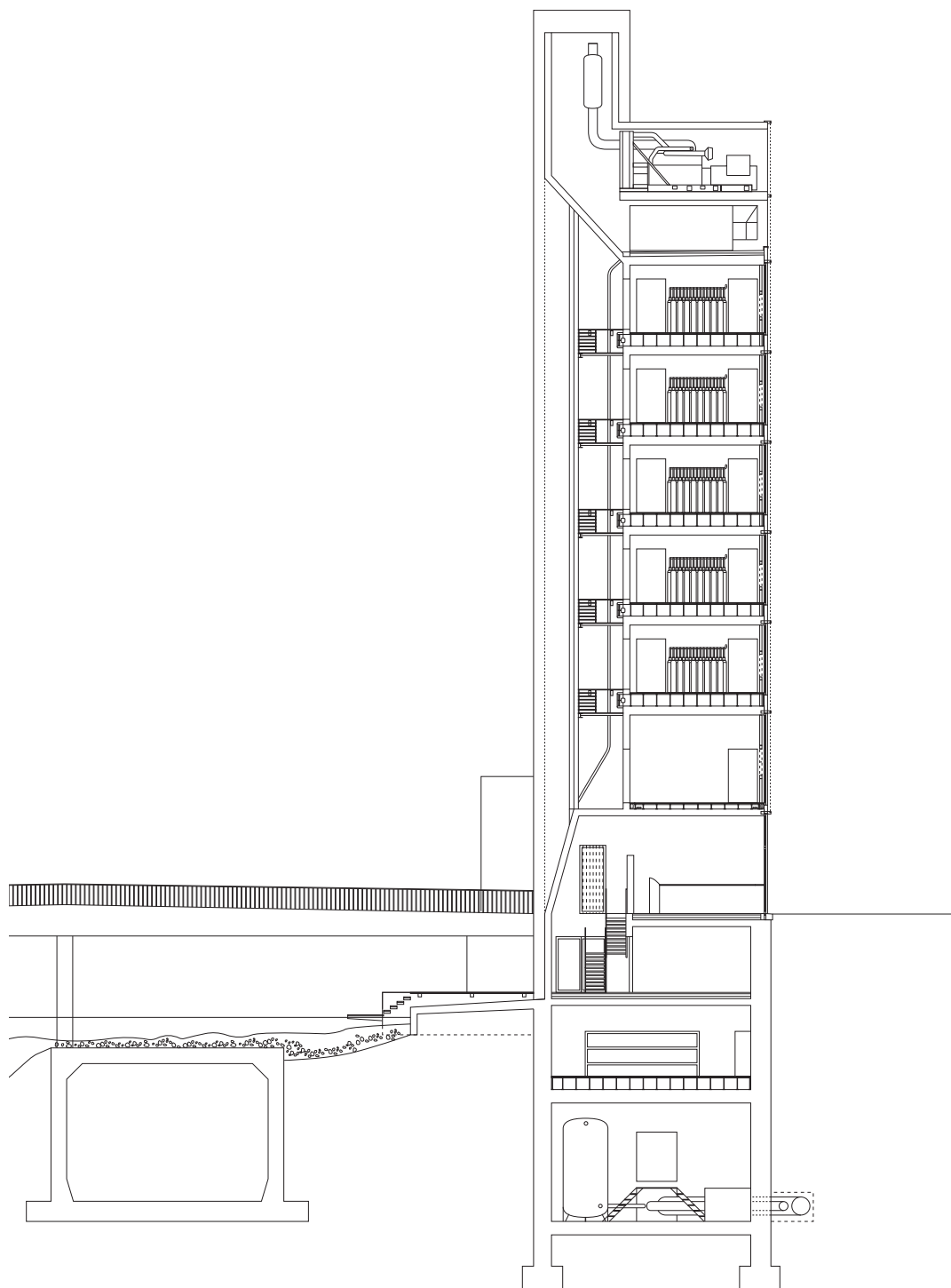
143

ensuite la cheminée commune jusqu'au toit pour être pulsé dans un échangeur eau-air dans les tours aux extrémités. Cette eau chaude parcourt la tour technique du centre pour servir de chauffage au quartier.

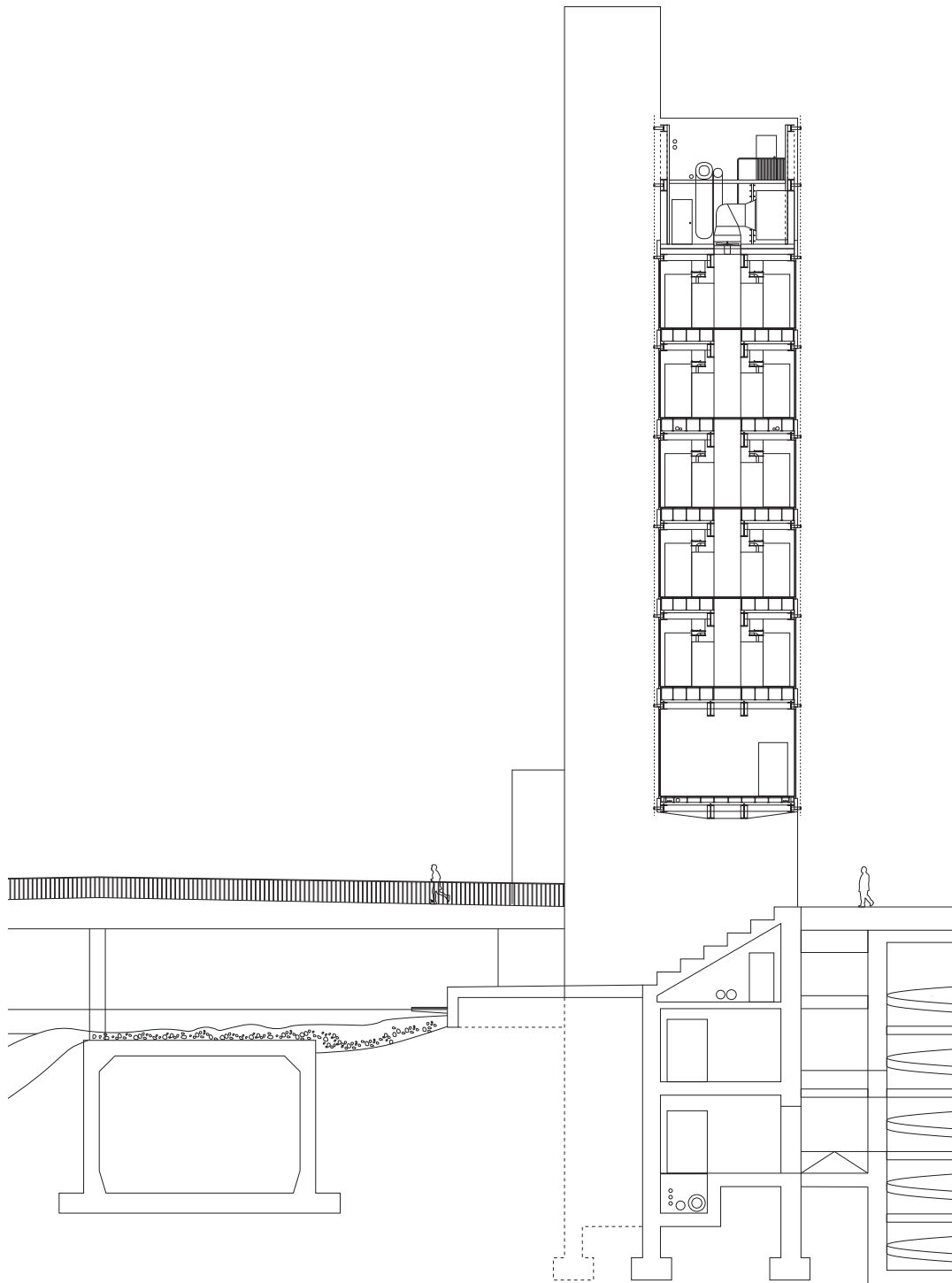
La place publique, entre le projet et la Sihl, s'inscrit dans le parcours global qui entoure l'îlot triangulaire à l'intérieur duquel prend place le projet. L'eau projetée pour refroidir l'air ruisselle le long des trous techniques et rejoint la rivière en fendant la place publique.



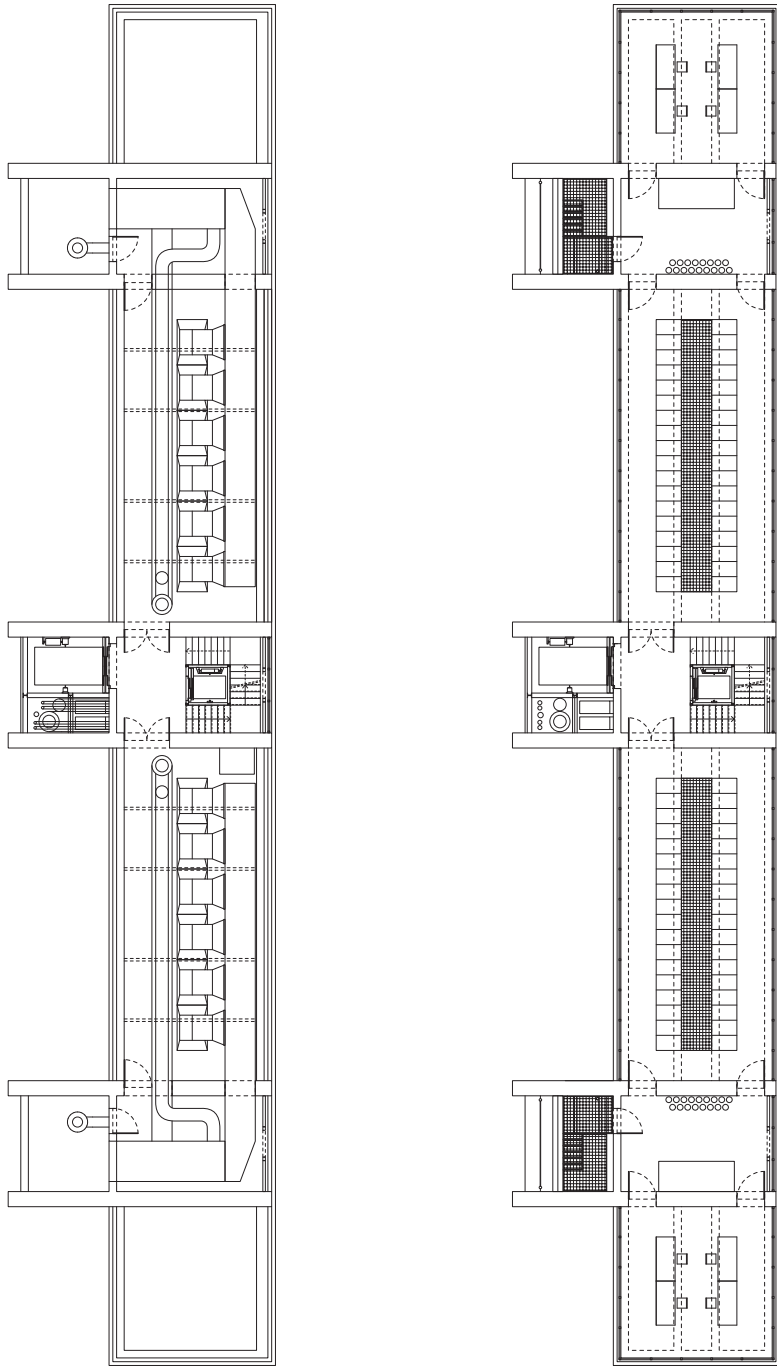
Perspective extérieure du projet de data center



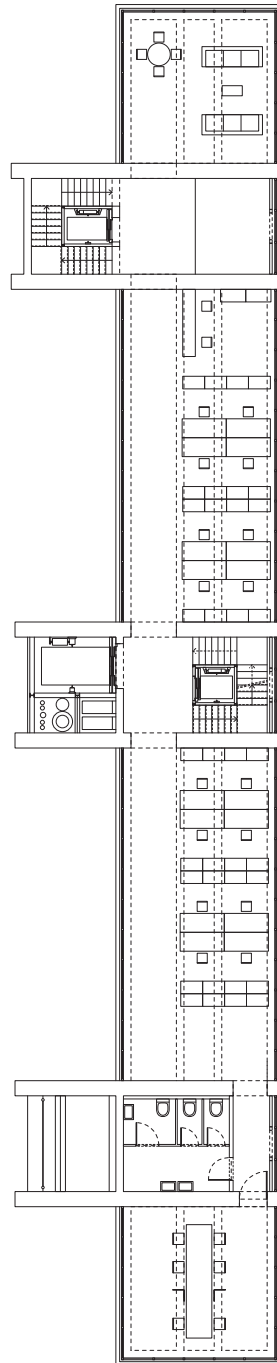
Coupe A dans la tour technique. 1/300ème



Coupe B dans les serveurs. 1/300ème

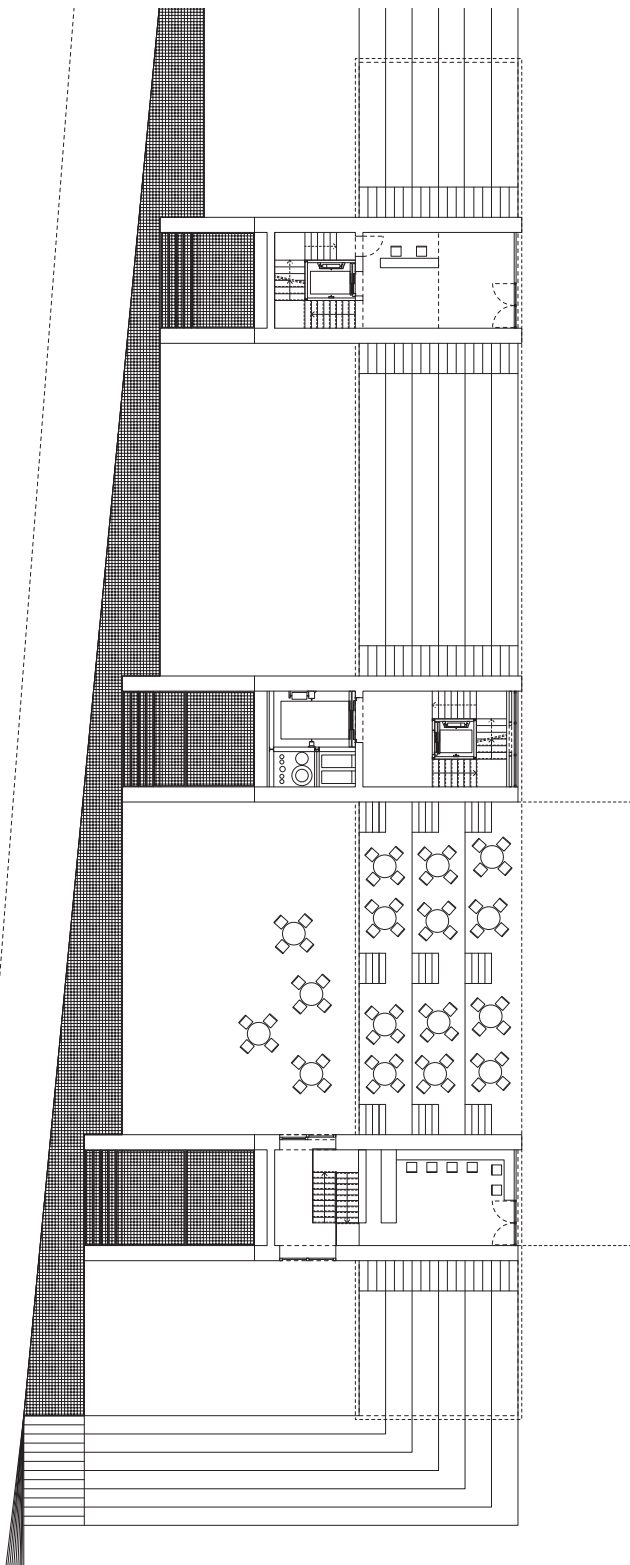


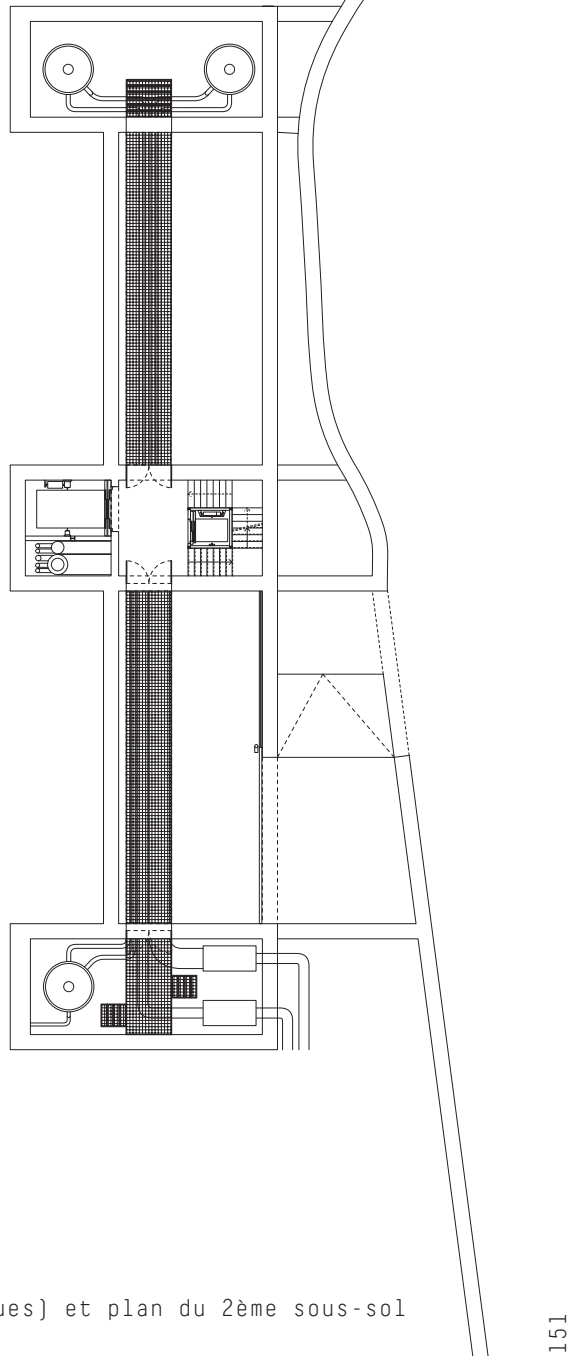
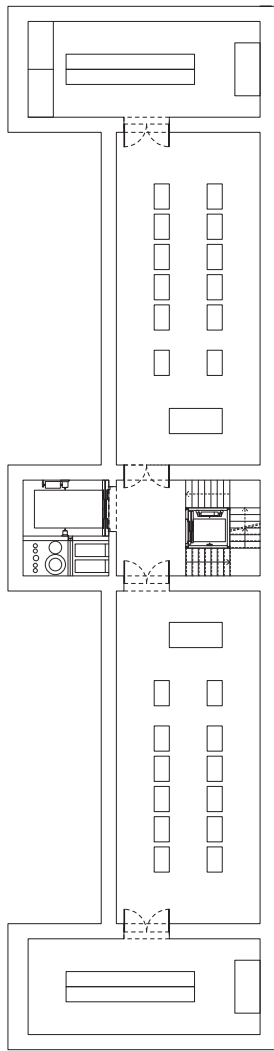
Plan de l'étage technique et plan type de l'étage des serveurs. 1/300ème



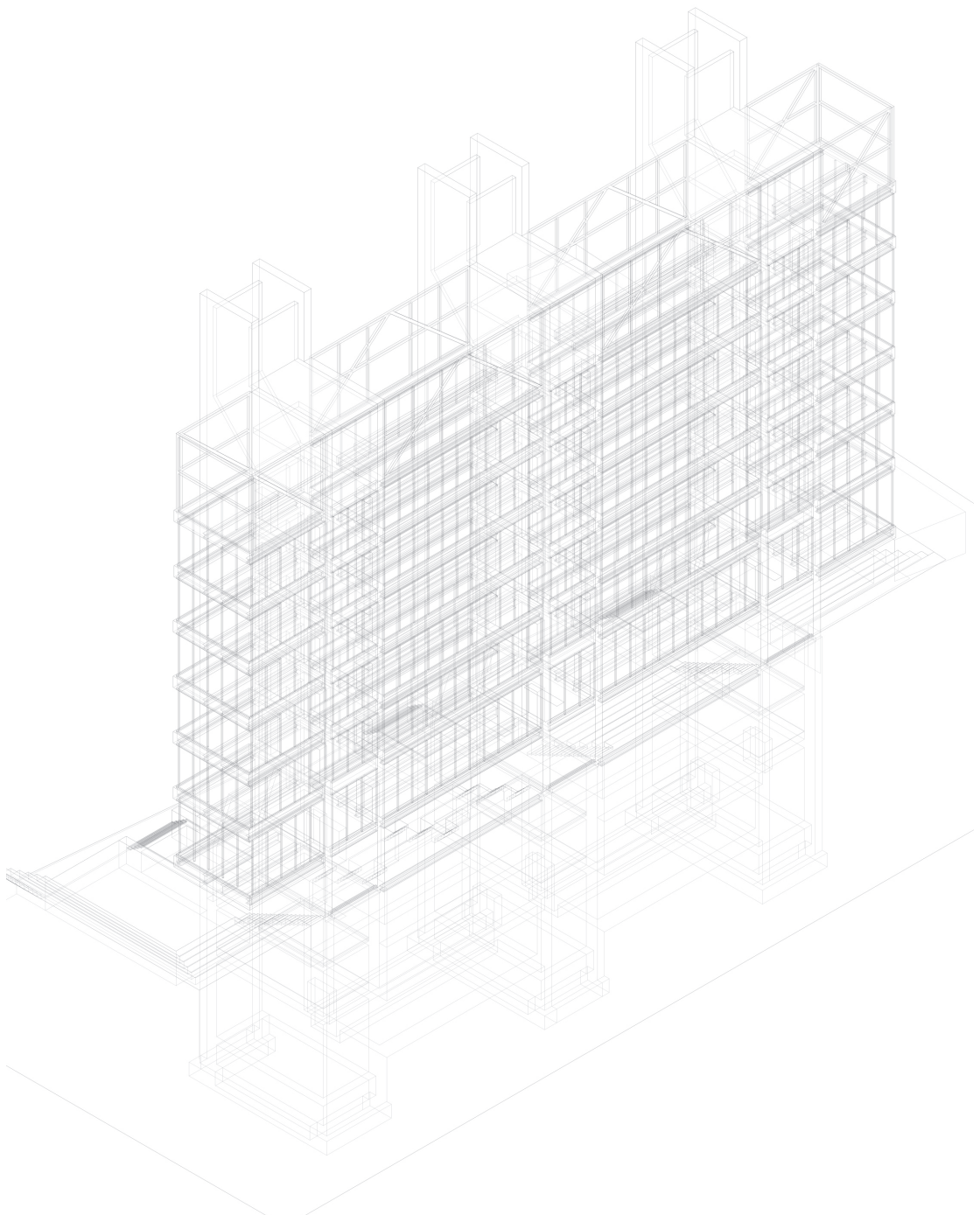
Plan de l'étage des bureaux. 1/300ème

Plan du RDC. 1/300ème

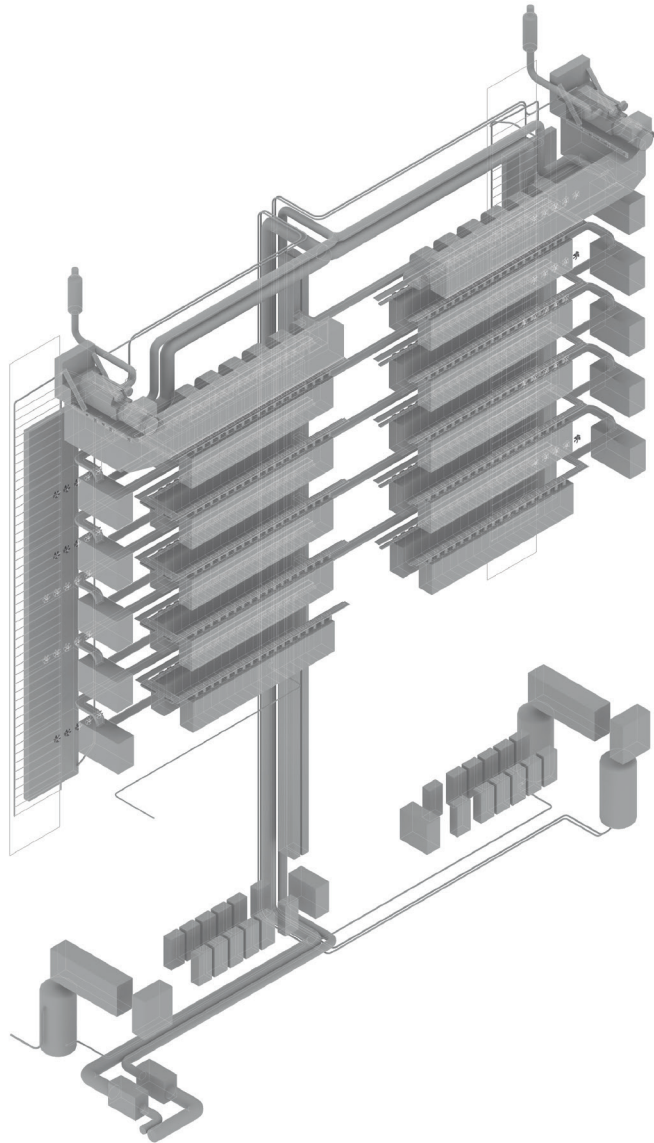




Plan du 1er sous-sol (locaux électriques) et plan du 2ème sous-sol (eau, essence et stockage). 1/300ème



Axonométrie de la structure.





Conclusion

06



Conclusion

L'apparition, la propagation ainsi que l'assimilation des systèmes numériques nous ont fait basculer d'une ère pré-numérique à une ère actuelle post-numérique. Cette transition nous a amené à explorer trois de ses conséquences : conséquences technique, sociale et architecturale.

Aujourd'hui, l'abondance et l'accessibilité des outils digitaux nous ont menés vers leur assimilation rapide. En effet, la consommation, la production ainsi que la gestion de données digitales croissent de manière exponentielle. Ce phénomène s'accompagne d'une dépendance de plus en plus importante aux data centers; noyaux de toutes les interactions numériques.

L'intégration de ces interfaces dans toutes les couches de la société a entraîné des changements jusqu'à modifier notre rapport à la mémoire, au temps et à l'espace construit. Effectivement, baignant dans un environnement fluide numérique a-spatial, l'homme interagit sans cesse à l'intérieur de ce système. Considérant l'architecture comme témoin physique d'une culture, elle est aujourd'hui à la recherche d'un langage en adéquation avec cette nouvelle société. En effet, aujourd'hui, l'architecture ne peut plus se contenter de prendre en considération les éléments de notre existence qui sont strictement matériels et physiquement visibles. Mais, elle doit désormais intégrer dans sa conception l'ère post-numérique, laissant les forces cachées et invisibles de notre société émerger.

Le data center, gardien physique de cette nouvelle culture et équivalent numérique de l'usine moderniste, s'impose comme programme type de l'ère post-numérique. Nouveau Zeitgeist, il matérialise les interactions digitales. Son expression architecturale nécessite une appropriation des outils techniques propre à ce programme

type. Les problématiques spatiales s'accompagneront de problématiques énergétiques. Consommant de plus en plus de ressources, les réponses architecturales spécifiques permettront à cette infrastructure de réduire son impact.

N'effleurant que la pointe du « databerg », le projet tente de répondre à toutes les questions posées tout au long de ce travail.

Vocabulaire

06



Terminologie du traitement de l'information

**ACCESS BASIC CLUST
ER DATA EMULATE FRA
ME GRAPHIC HELP IND
EX JAMBAGE KEY LAB
EL MAP PEN NODE OVER
L APPAGE QUALIFIER
S REMOTE SAVETABL
E UNITE VIRTUAL WIN
DOW X CAYIELD ZOOM**



Édition 1992
Comité du vocabulaire d'IBM France

COMPLEX DATA

Données complexes

Données arithmétiques comportant une partie réelle et une partie imaginaire.

COMPOSED TEXT

Texte composé

Texte mis en page contenant des informations destinées à contrôler la présentation.

COMPOSITION

Syn. Typesetting

Composition

(Imprimerie). Art ou technique de l'assemblage des caractères en vue de la présentation finale des textes. Il peut s'agir soit du calcul logique de cet assemblage, soit de la production physique sur un support imprimé du résultat d'un assemblage.

COMPOSITION QUALITY

Qualité typographique

Voir Print quality

COMPRESS (TO)

Comprimer

Comprimer une information selon différentes techniques pour améliorer l'occupation mémoire ou la vitesse de transmission.

L'utilisation de zones variables à la place de zones fixes, avec le balisage approprié, est une technique de compression. Les algorithmes permettant d'éviter, à différents niveaux, les répétitions de transmission (transmission d'exceptions seules, descriptions de symétries, multiplicateur de lignes...) sont également des techniques de compression. Des dictionnaires d'équivalences ou d'abréviations permettent aussi de compresser puis, à l'arrivée, de restaurer des informations.

COMPUTE-LIMITED

Subordonné au temps de calcul

Se dit d'un traitement mettant en œuvre simultanément plusieurs organes d'un système, et pour lequel seule une augmentation de la vitesse de l'organe augmenterait la vitesse de traitement.

COMPUTER

Ordinateur

Équipement constitué d'une unité de traitement de données, de mémoires, d'organes d'entrée-sortie, et permettant d'exécuter des opérations de traitement de l'information sous la commande d'un programme enregistré en mémoire.

COMPUTER ARCHITECTURE

Architecture d'ordinateur

Ensemble des règles et des principes qui régissent l'utilisation du matériel. Le format des informations, le jeu d'instructions, le mécanisme des interruptions, de la protection mémoire, le protocole des canaux d'entrée-sortie sont autant de paramètres qui définissent une architecture.

COMPUTER ASSISTED DESIGN (CAD)

Conception assistée par ordinateur (CAO)

Réalisation de l'étude d'un produit sur ordinateur.

COMPUTER ENGINEERING

Génie informatique

Conception, réalisation et validation des systèmes informatiques.

D

DAISYWHEEL

Marguerite

Roue d'impression à rayons flexibles.

DATA

Donnée

Représentation conventionnelle d'une information sous une forme physique convenant à son traitement par des moyens automatiques.

DATA ACCESS ARRANGEMENT (DAA)

Dispositif d'accès au réseau

Ensemble de circuits permettant à l'ordinateur d'être relié au réseau téléphonique public.

DATA ACQUISITION

Acquisition de données

Acquisition manuelle ou automatique de données, là où elles sont disponibles.

DATA ADAPTER UNIT

Unité d'adaptation et de contrôle (de données)

Unité d'adaptation (de données)

Unité connectée au canal d'un ordinateur et permettant de modifier les caractéristiques de jonction (interface) de ce canal pour les adapter à celles des dispositifs ou des unités connectés.

DATA AREA

Zone de données

Zone de mémoire utilisée pour stocker des données.

DATA BANK

Banque de données

Ensemble de données relatif à un domaine spécifique, organisé pour être consulté par des utilisateurs.

DATA BASE

Base de données

Ensemble de données organisé en vue de son utilisation par des programmes correspondant à des applications distinctes et de manière à faciliter l'évolution indépendante des données et des programmes.

DATA BASE ADMINISTRATOR

Administrateur de base de données

Personne responsable de l'organisation et de l'administration d'une base de données.

DATA BASE MANAGEMENT SYSTEM (DBMS)

Système de gestion de base de données (SGBD)

Pour une base de données, logiciel permettant d'introduire les données, d'y accéder et de les mettre à jour.

DICTIONARY

Dictionnaire

1. Fichier ou tableau donnant les caractéristiques informatiques contenues dans une base de données. 2. (Traitement de texte). Ensemble de racines utilisées pour la vérification de l'orthographe et la coupure automatique des mots.

DIDOT

Voir Point

DIFFERENTIAL ANALYSER

Analyseur différentiel

Dispositif analogique conçu pour traiter certains types d'équations différentielles.

DIGIT

Chiffre

Caractère

Élément d'un ensemble employé conventionnellement pour constituer, représenter des données et commander l'exécution d'opérations. Les caractères peuvent être des lettres, des chiffres, des signes de ponctuation, d'autres symboles, des espaces ou des codets.

DIGIT COMPRESSION

Compression des caractères

Action de comprimer des caractères suivant une technique quelconque afin de minimiser leur encombrement en mémoire.

DIGITAL

Digital

Numérique (déconseillé)

Se dit, par opposition à analogique, de la représentation d'informations au moyen de signaux qui ne peuvent prendre que deux états.

DIGITAL BINARY PARALLEL TRANSMISSION

Transmission digitale en parallèle

Mode de transmission dans lequel les données sont représentées par des éléments binaires transmis dans le temps, en parallèle, sur des voies différentes.

DIGITAL BINARY SERIAL TRANSMISSION

Transmission digitale en série

Mode de transmission dans lequel les données sont représentées par des éléments binaires transmis dans le temps, les uns à la suite des autres, sur la même voie de transmission.

DIGITAL COMPUTER

Calculateur digital

Calculateur dans lequel les nombres sont représentés par des signaux tout ou rien.

DIGITAL DATA

Donnée digitale

Donnée représentée sous forme de signaux tout ou rien.

DIGITIZE (TO)

Digitaliser

Numériser (déconseillé)

Convertir des données analogiques en données digitales.

DIRECT ACCESS

Syn. Random access

Accès direct

Mode d'écriture et de lecture de données se faisant au moyen d'adresses qui repèrent leur emplacement.

LABEL**Label**

1. Nom dans la table des matières du volume d'un disque ou d'une disquette identifiant un fichier. 2. Nom qu'attribue le programmeur à une instruction.

Étiquette

Un ou plusieurs caractères liés à un groupe de données et destinés à l'identifier.

Syn. Tag

LAG**Décalage temporel**

Écart de temps entre deux événements, deux états ou deux phases d'opérations.

LANDING ZONE**Zone de poser**

Partie d'un disque prévue pour accueillir les têtes de lecture-écriture lorsque le disque est à l'arrêt.

LANDSCAPE LAYOUT**Présentation à l'horizontale****Présentation à l'italienne**

Disposition des éléments destinés à être imprimés parallèlement à la médiane la plus longue de la page.

LANGUAGE**Langage**

En programmation, désigne un ensemble de caractères et de symboles et la manière de les combiner pour donner des instructions à la machine.

LANGUAGE CONVERSION PROGRAM (LCP)**Programme de conversion de langage**

Programme permettant de traduire des programmes d'un langage évolué dans un autre langage évolué.

LAPTOP COMPUTER**Ordinateur portatif**

Ordinateur de taille réduite dont la conception et l'alimentation autonome permettent son utilisation sur un bureau, une table ou les genoux.

LASER PRINTER**Imprimante à laser****LASER QUALITY****Qualité laser**

Voir Print quality

NUMERIC

Syn. Numerical

Numérique

Qui désigne ou représente des informations au moyen de chiffres directement utilisables par les calculs (en général sous forme binaire fixe ou flottante).

NUMERIC DATA

Donnée numérique

Donnée représentée à l'aide de numéraux.

NUMERIC KEYPAD

Bloc numérique

Dispositif à touches numériques, de type calculatrice, intégré au clavier alphabétique.

NUMERICAL

Numérique

Voir **Numeric**

NUMERICAL CONTROL

Commande numérique

Conduite d'une machine-outil à partir d'informations numériques définissant essentiellement les coordonnées des positions successives des outils et de la pièce, ainsi que diverses conditions d'usinage.

PROGRAM**Programme**

Suite ordonnée d'instructions et d'expressions mises sous une forme acceptable par un ordinateur.

PROGRAM (TO)**Programmer**

Concevoir et écrire des programmes.

PROGRAM EVENT RECORDING (PER)**Contrôleur d'événements de programme**

Dispositif facilitant le débogage de programmes par la détection et l'enregistrement d'événements de programme.

PROGRAM LIBRARY**Bibliothèque de programmes**

Ensemble de programmes et de sous-programmes.

PROGRAM MASK**Masque de programme**

Ensemble de bits empêchant certains types d'interruption de programme.

PROGRAM MODE**Mode programme**

Moyen d'entrer des instructions et des commandes BASIC. Le format des instructions et des commandes est vérifié lorsque celles-ci sont introduites.

PROGRAM SEGMENT**Segment de programme**

Partie d'un programme dont la totalité doit se trouver dans la mémoire centrale au moment de son exécution.

PROGRAM START KEY**Touche départ programme**

Touche permettant de reprendre le déroulement du programme après une introduction de données au clavier.

PROGRAM STATUS WORD (PSW)**Mot d'état du programme**

Mot définissant l'état du programme à un instant déterminé.

PROGRAM TEMPORARY FIX (PTF)**Modification provisoire du logiciel**

Correction provisoire remédiant à une anomalie de fonctionnement décelée dans la version en cours d'un programme fourni par IBM.

PROGRAM UNIT**Module**

Voir **Module**

PROGRAMMING**Programmation**

Conception et écriture des programmes.

PROGRAMMING FLOWCHART**Syn. Programming flowdiagram****Ordinogramme**

Organigramme de traitement de l'information représentant l'enchaînement des opérations d'un programme.

PROGRAMMING FLOWDIAGRAM**Ordinogramme**

Voir **Programming flowchart**

STATISTICAL DATA RECORDER (SDR)

Enregistreur de statistiques d'erreurs

Option du système d'exploitation DOS permettant d'enregistrer sur disque, en vue d'un dépouillement statistique ultérieur, les erreurs répétitives rencontrées par unité pendant les opérations d'entrée-sortie.

STATUS LINE

Ligne d'état

Sur un visuel, message indiquant l'environnement où se trouve l'utilisateur.

STICKER

Réflécteur de bande

Marque réfléchissante placée au début et à la fin d'une bande magnétique pour en déterminer le début ou en signaler la fin.

STOP BIT

Syn. Stop signal

Signal d'arrêt

En transmission arithmique, signal servant à mettre au repos l'appareil récepteur pour le préparer à recevoir le signal suivant. Dans ce type de transmission, tout caractère est suivi d'un signal d'arrêt.

STOP SIGNAL

Signal d'arrêt

Voir Stop bit

STOP STATE

Etat d'arrêt

État d'un ordinateur qui ne peut exécuter aucune instruction bien qu'étant sous tension.

STORAGE

Syn. Memory

Mémoire

Organe qui permet l'enregistrement, la conservation et la restitution des données.

STORAGE BLOCK

Bloc mémoire

Plus petite partie d'une mémoire réelle pouvant être protégée par une clé.

STORAGE INFORMATION AND RETRIEVAL SYSTEM (STAIRS)

Recherche documentaire

Système permettant d'assurer l'enregistrement, le stockage et la recherche des informations documentaires.

STORAGE MEDIUM

Support de mémoire (carte, disque, disquette, bande magnétique...)

STORAGE PRINT

Impression mémoire

Opération permettant d'obtenir, sous forme imprimée, l'image de tout ou partie du contenu de la mémoire et des registres.

STORAGE PROTECTION

Protection de mémoire

Restriction d'accès à une mémoire, ou à des emplacements de mémoire, interdisant soit la lecture, soit l'écriture, soit ces deux opérations.

STORAGE REGISTER

Registre mémoire

Registre d'un ordinateur par lequel transitent les informations entre la mémoire et une unité de traitement.

STORE (TO)

Enregistrer en mémoire

STORED RECORD

Enregistrement physique

Enregistrement d'un ensemble de plusieurs données élémentaires. Cet enregistrement pouvant contenir un ou plusieurs segments d'une base de données constitue l'unité de traitement pour le système d'exploitation.

STREAM-ORIENTED TRANSMISSION

Transmission en continu

En PL/I, mode de transmission des données selon lequel un ensemble de données est considéré comme une suite continue de caractères, sans qu'il soit tenu compte des limites physiques et logiques entre enregistrements. Les données étant sous une forme externe, il est effectué une conversion.

STREAMER

Dévideur

Dériveur conçu pour la création en continu de sauvegardes d'ensembles de données exploitées sur disque.

STRING

Chaîne

Suite linéaire d'éléments tels que les caractères ou les éléments physiques (pile de disques, par exemple).

STROKE

Segment

Élément du tracé d'un caractère imprimé.

STROKE CENTER LINE

Ligne médiane du segment

(Reconnaissance de caractères). Ligne théorique à mi-distance des bords d'un segment.

STROKE EDGE

Bord du segment

(Reconnaissance de caractères). Ligne de séparation entre le tracé d'un segment et le fond sur lequel il apparaît. Cette ligne a une position moyenne par rapport aux irrégularités du bord de l'image.

STROKE WIDTH

Largeur du segment

(Reconnaissance de caractères). Dimension d'un segment mesuré perpendiculairement à sa ligne médiane.

STRUCTURE

Structure

Dans les langages de programmation synthétiques désigne un ensemble hiérarchisé de données.

STYLE WEIGHT

Graisse

(Typographie). Épaisseur du trait des caractères d'une même police. On distingue trois graisses principales : gras, demi-gras et maigre.

SUBAREA

Secteur

En architecture de réseau des systèmes IBM (SNA), partie du réseau comprenant les unités adressables du réseau (NAU) rattachées à un même nœud possédant une fonction frontière.

SUBROUTINE

Sous-programme

Suite d'instructions utilisée en plusieurs points d'un programme ou bien susceptible d'être insérée dans divers programmes.



Remerciements

07



Remerciements

Je souhaiterais adresser mes remerciements aux personnes qui ont contribué à l'élaboration de ce travail. En premier lieu, je remercie, Madame Elena Cogato Lanza, professeur à l'EPFL et professeur énoncé théorique de mon travail, pour le temps et les conseils qu'elle m'a accordés. Je remercie également mes professeurs et assistants qui ont suivi le déroulement de ce travail avec attention et suis reconnaissant de leurs précieuses aides qui ont permis d'orienter mes recherches.

Bibliographie

08



Bibliographie

BAHAMON, Alejandro et Maria Camila SANJINES. Haute densité : Habitat contemporain. Barcelone, L'Inédite, 2008

BANHAM, Reyner. Theory and Design in the First Machine Age, Cambridge, MIT Press, 1980

CARON, D. J.. L'homme imbibé : De l'oral au numérique : un enjeu pour l'avenir des cultures ?, Paris, Hermann, 2014.
CLARK, Andy. Natural Born Cyborgs. Minds, Technologies, and the Future of Human Intelligence. Oxford, Oxford University Press, 2003

LE CORBUSIER. La Charte d'Athènes. Paris, Points, 1971

LE CORBUSIER. Vers une architecture. Paris, Flammarion, 2008

COOK, Peter. «La Clé de la Vitalité de la Ville», dans, ARCHIGRAM ; Monographie, Paris, Centre Georges Pompidou, 1994

DONALD, Merlin. Les origines de l'esprit moderne : Trois étapes dans l'évolution de la culture et de la cognition, trad. par C. Emenegger et F. Eustache, Bruxelles, De Boeck Supérieur, 1999, p. 10.

FEIERABEND, Peter et Jeannine FIEDLER. Bauhaus. Potsdam, Ullmann Publishing, 2006

FRAMPTON, Kenneth. L'architecture moderne : Une histoire critique. Paris, Thames & Hudson Ltd, 2006

HEYNEN, Hilde et al. Inside Density. International colloquium on architecture and cities #1. Bruxelles, NeTHCA, 2003

KOOHLAAS, Rem. Content : Triumph of Realization, Köln, TASCHEN, 2004

KOOLHAAS, Rem et MAU Bruce. S,M,L,XL, Rotterdam, 010 Publishers, 1995

LAMUNIERE, Inès. Fo(u)r cities : Milan, Paris, Londres, New York. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR), coll. «Architecture», 2004

LEBESQUE, Sabine. Yona Friedman : Structures Serving the Unpredictable. Rotterdam, NAI Publishers, 1999

LUCAN, Jacques. Composition, non-composition. Lausanne, PPUR, 2009

LYNN, Greg, sous la direction de. Archéologie du Numérique, Cahier d'observations, Montréal-Berlin, Centre Canadien d'Architecture et Sternberg Press, 2013

MAY, Kyle. DATA SPACE, New York, CLOG, 2011

PICON, Antoine. Smart cities. Théorie et critique d'un idéal auto-réalisateur. Editions B2, 2013

PICON, Antoine. La ville des réseaux. Un imaginaire politique. Paris, Manucius, coll. «Modélisations des imaginaires», 2014

PICON, Antoine. Culture numérique et architecture : une introduction, Bâle, Birkhäuser, 2010

POWELL, Kenneth. Richard Rogers, Complete Works Volume Two, Londres, Phaidon Press limited, 2001

RERAT, Patrick (éd.). Géo-Regards n.01 : Reconstruire la ville en ville. Neuchâtel, Editions Alphil, 2008

ROGERS, Richard et the « United Kingdom's Urban Task Force ». Towards a Strong Urban Renaissance. Londres, Urban Task

Force, 2005

TOURNIKIOTIS, Panayotis. Loos. Paris, Macula, 1991

UNGERS Oswald Mathias et al. La ville dans la ville. Berlin : un archipel vert. Zürich, Lars Muller Publishers, 2013

WEBER, Patrick. Histoire de l'architecture. De l'Antiquité à nous jours. Paris, Librio, coll. «Librio Mémo», 2008

WIGLEY, Mark. Constant's New Babylon : The Hyper-Architecture of Desire. Rotterdam, Witte de With, Center of Contemporary Art, 010 Publishers, 1999

