



Référence bibliographique :
Jean-Denis Thiry et Jean-Luc Capron, "Mémoire : Mécanismes-lumière",
lieuxdits#4, décembre 2012, pp.11-16.

La revue **lieuxdits**
Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (LOCI)
Université catholique de Louvain (UCL).

Éditeur responsable : Jean-Paul Verleyen, place des Sciences, 1 - 1348 Louvain-la-Neuve
Comité de rédaction : Martin Buysse, Damien Claeys, Gauthier Coton,
Jean-Philippe De Visscher, Guillaume Vanneste, Jean-Paul Verleyen
Conception graphique : Nicolas Lorent
Impression : école d'imprimerie Saint-Luc Tournai



ISSN 2294-9046
e-ISSN 2565-6996

<https://dial.uclouvain.be/pr/boreal/object/boreal:182751>



UCL
Université
catholique
de Louvain

www.uclouvain.be/loci.html

"Mécanismes-lumière"

Le cas des bibliothèques d'Alvar Aalto

Jean-Denis Thiry, Jean-Luc Capron

La lumière naturelle est essentielle à l'expérience de l'espace architectural. Avec les connaissances et moyens de l'époque, l'architecte moderniste finlandais Alvar Aalto a conçu des mécanismes d'éclairage naturel innovants et exemplaires. Malgré le faible ensoleillement sous des latitudes qualifiées d'arctiques, l'architecte nous plonge dans des ambiances lumineuses d'une grande qualité.

Pour caractériser les effets spatiaux et dispositifs architecturaux associés, nous ferons appel à deux concepts, "espace-lumière" et "mécanisme-lumière" :

- Un "espace-lumière" est un espace défini par la lumière, telle une bulle de lumière quasi-tangible. Plusieurs unités peuvent être combinées selon une mise en scène spatiale sensible. Ainsi, en guise d'espaces de transition ou de seuils, Alvar Aalto utilise des zones d'ombre, agissant sur la perception de l'espace, sans avoir recours aux limites physiques que sont sol, murs et plafond.
- Un "mécanisme-lumière" est un dispositif capable de guider la lumière naturelle depuis l'extérieur vers l'intérieur d'un bâtiment, avec une intensité et une directionnalité maîtrisées, dans le but de répondre aux besoins d'usages donnés.

Parmi les approches permettant de simuler le niveau d'éclairement d'un bâtiment, très peu considèrent les qualités spatiales, plastiques et humaines que la lumière naturelle peut apporter à l'architecture, par défaut de connaissances et de données rigoureuses.

Par l'analyse d'exemples majeurs de l'architecture, ces recherches tendent

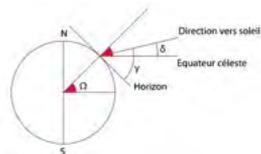
à articuler techniques d'éclairage naturel et conception architecturale. Pour ce faire, des bibliothèques localisées selon un axe nord-sud, de Rovaniemi en Laponie Finlandaise, jusqu'à Wolfsburg en Allemagne, ont été étudiées en détail dans le cadre du mémoire de fin d'études.

La lumière naturelle fut étudiée sous plusieurs aspects :

- Les caractéristiques d'un éclairage naturel suffisant, agréable et surtout adapté à chaque fonction d'une bibliothèque. Celles-ci sont exprimées par les niveaux d'éclairement relevés *in situ* et représentés en "fausses-couleurs" apposés sur les coupes des bâtiments analysés.
- La spécificité des ambiances lumineuses des "espaces-lumière" associée aux "mécanismes-lumière". Ceux-ci ont été analysés individuellement, puis classifiés selon leurs caractéristiques spatiales et architectoniques.

L'architecte utilise habilement la structure du bâtiment afin de moduler l'apport en lumière naturelle. Les surfaces courbes ou obliques agissent tels des réflecteurs qui constituent des surfaces émissives secondaires et procurent un éclairage indirect, évitant l'inconfort dû à l'éblouissement ou des contrastes trop excessifs dans les salles de lecture. Cependant, les subtiles variations qui caractérisent la lumière naturelle participent à garder un contact avec la dimension temporelle de la lumière extérieure. Aussi, faut-il veiller à obtenir un juste équilibre entre une lumière plus intense à certains endroits et constante sur les zones de lecture. "L'éclairage devient ainsi un outil

1 - J.-L. CAPRON, *Lumière et environnement construit*, in Architecture UCLouvain - St-Luc Architecture - Site de Bruxelles 2010-3, UCL, Bruxelles, 2010.



[fig.1]

L'insolation des lieux étudiés :

- Soit Ω la latitude du lieu étudié ;
- Soit γ l'angle d'incidence solaire ;
- Soit D l'intervalle lever-coucher du soleil ;
- Soit δ la déclinaison solaire.

de conception architecturale"¹.

Afin d'étudier ou d'élaborer un "mécanisme-lumière", le calcul des valeurs d'insolation revêt ici toute son importance. Les angles maxima et minima d'incidence solaire ont été calculés aux solstices pour les bibliothèques étudiées, ainsi que l'intervalle de temps entre le lever et le coucher du soleil. [fig.1]

Afin d'obtenir les données les plus complètes, les prises de mesures ont été répétées à divers moments de la journée selon la grille du transect, et ce en période hivernale et estivale. Ces valeurs d'éclairement sont exprimées par des coupes en fausses-couleurs qui, selon Merete Madsen, sont les plus adaptées pour mettre en évidence et analyser les "espaces-lumière"².

	Ω latitude nord	γ 21-12 à 12h	γ 21-06 à 12h	D 21-12 à 12h	D 21-06 à 12h
Rovaniemi	66° 30'	0°	47°	8'	23h15'
Seinäjoki	62° 47'	3,7°	50,7°	4h21'	19h38'
Jyväskylä	62° 14'	4,3°	51,3°	4h38'	19h21'
Viiipuri	60° 42'	5,8°	52,8°	5h16'	18h43'
Helsinki	60° 10'	6,4°	53,3°	5h27'	18h32'
Wolfsburg	52° 25'	14,1°	61,1°	7h26'	16h33'



[fig.2]

- 1 - Rovaniemi, 1961-65, bibliothèque municipale ;
- 2 - Jyväskylä, 1953-55, bibliothèque de l'Université de Jyväskylä ;
- 3 - Seinäjoki, 1960-65, bibliothèque municipale ;
- 4 - Viipuri, 1927-1935, bibliothèque municipale (auj. Vyborg, Russie) ;
- 5 - Helsinki, 1953-56, bibliothèque de l'Institut national des pensions ;
- 6 - Wolfsburg, 1959-62, bibliothèque du centre culturel municipal.

Étapes du processus d'analyse

La première étape fut de collationner, au centre d'archives de la Fondation Alvar Aalto à Jyväskylä, tous les plans et détails des bibliothèques étudiées et de les retracer avec précision. Sur cette base, des transects de prises de mesures furent définis et dix voyages d'études furent ensuite effectués dans les différentes bibliothèques [fig.2] afin d'y réaliser 3.600 mesures de niveaux d'éclairement à l'aide d'un luxmètre.

Analyse comparative de deux bibliothèques

La comparaison de deux types de bibliothèques permet de mettre en exergue la corrélation entre "espaces-lumière" et "mécanismes-lumière".

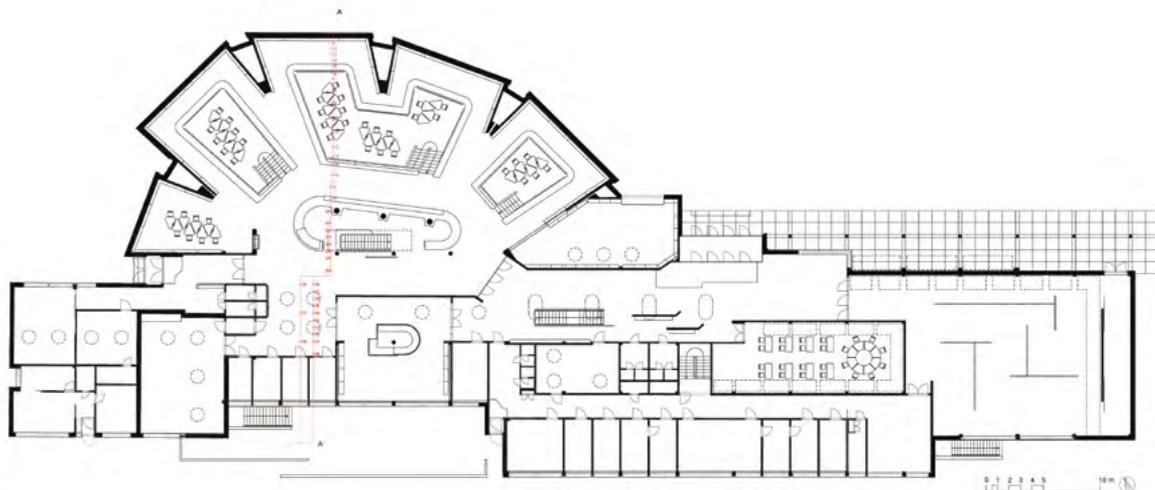
Bibliothèque municipale, Rovaniemi (1962-1966)

Comme nous pouvons le voir sur les représentations en fausses-couleurs de la bibliothèque de Rovaniemi, la répartition des zones de lumière est non uniforme. [fig.4] Nous pouvons y dénombrer trois "espaces-lumière" singuliers, séparés entre eux par deux zones d'ombre :

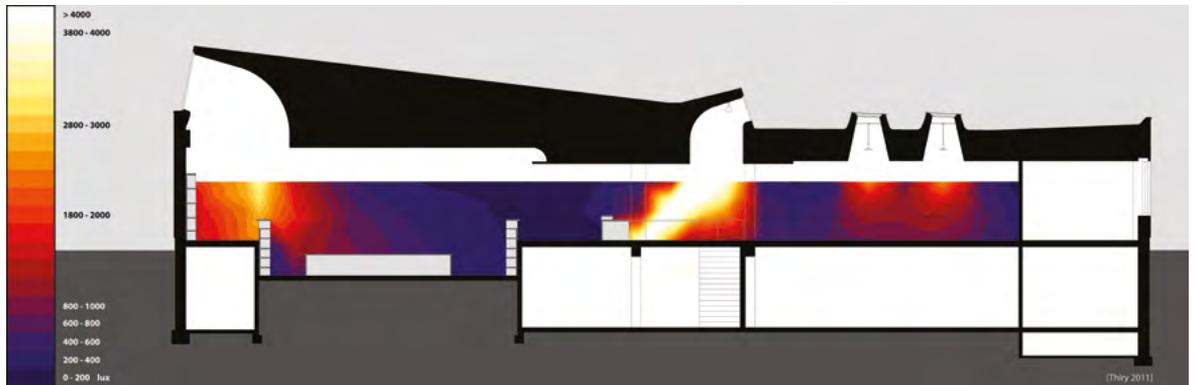
- Une zone de lumière dans chaque niche de l'éventail apportant une lumière du nord sur les étagères, et jusque dans les différentes fosses de lecture. [fig.5]
- Une zone de lumière sur le bureau

Les mesures ont été effectuées selon des transects mis en place afin de passer sous tous les "mécanismes-lumière" significatifs. Comme indiqué sur le plan de la bibliothèque de Rovaniemi [fig.3], les points de mesures ont été choisis en fonction de la configuration des espaces, et répartis selon une grille dont les points d'intersection sont espacés de 50 cm, et ce jusqu'à 2,5 m de hauteur.

2 - M. MADSEN, *Light-zone(s): as concept and tool: an architectural approach to the assessment of spatial and formgiving characteristics of daylight*, in Ikke angivet. ARCC/EAAE, Philadelphia, 2006.



[fig.3] Plans retracés de la bibliothèque de Rovaniemi (avec points de mesures)



[fig.4] Rovaniemi, représentation fausses-couleurs, relevé du 06-06-2011, 2^e passage, 11h30-12h30, extérieur de 60700 à 75700 lux

central de prêt de livres, apportant l'éclairage naturel nécessaire aux différentes tâches administratives des bibliothécaires, et soulignant le point focal de la bibliothèque. [fig.6-7]

- Une zone de lumière générée par quatre puits de lumière coniques répartis en carré au-dessus du petit salon de lecture.

Chacun de ces trois "espaces-lumière" souligne une fonction spécifique, soit selon l'axe du transect : chercher, emprunter et lire un livre.

Les zones d'ombre correspondent aux zones de circulation devant et derrière le bureau central de prêt de livres, séparant ainsi les trois zones de lumière naturelle. La rencontre des lecteurs et des bibliothécaires se fait, de manière symbolique, à la jonction d'une zone d'ombre et de lumière.

Bibliothèque de l'Institut national des pensions, Helsinki (1953-1956)

A contrario, et comme le font apparaître les coupes en fausses-couleurs de la bibliothèque de l'Institut national des pensions à Helsinki [fig.8], ces "mécanismes-lumière" offrent une lumière naturelle totalement indirecte et diffuse, propice à la concentration, sans ombre portée ni éblouissement, et avec un bon niveau d'éclairage [fig. 9]. De plus, les livres sont ainsi protégés de toute dégradation par des rayons solaires directs [fig.10-11].

Cependant, l'éclairage trop uniforme rend l'espace monotone et estompe sa matérialité. En oblitérant tout contraste, le modelé et les textures des objets s'atténuent fortement, et la relation à l'environnement extérieur, les variations temporelles d'éclairage, est très peu perceptible. La répartition uniforme des prises de lumière et leur caractère non-hétérotopique³ en sont sans doute la cause.

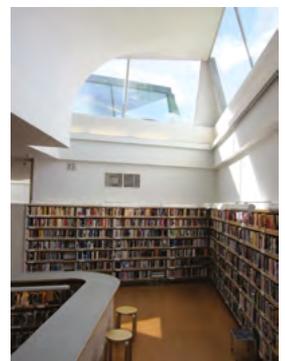
Synthèse des recherches

Les coupes des bibliothèques analysées ont été décomposées en "mécanismes-lumière" [fig. 12], puis classées et répertoriées dans un tableau à double entrée [fig. 13], avec les latitudes en ordonnée et en abscisse deux grandes catégories :

- Les mécanismes de type "réflecteurs linéaires", regroupant les réflecteurs courbes, inclinés ou verticaux, et les ouvertures zénithales oblongues.
- Les mécanismes de type "diffuseurs ponctuels", regroupant les puits de lumière coniques.

Ce tableau fait apparaître la logique architecturale qui régit la conception des dispositifs de prise de lumière. Les coupes schématiques présentent la réflexion des rayons solaires, basée sur une réflexion spéculaire des rayons solaires incidents, y compris pour la lumière diffuse du nord. Cette démarche a pour objectif de tester, de manière théorique, les "mécanismes-lumière" aux conditions d'ensoleillement extrême.

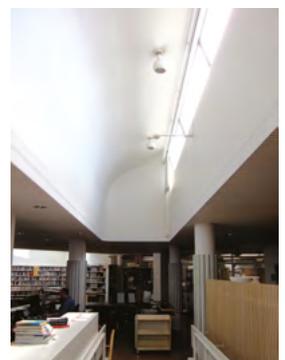
Selon les lois de la réflexion spéculaire, plus l'angle d'incidence solaire est faible, plus il est nécessaire d'avoir une forte inclinaison/courbure du réflecteur afin de faire pénétrer un maximum de rayons indirects dans la pièce. Ainsi, les réflecteurs principaux situés au-dessus des alcôves de lecture de la bibliothèque de Rovaniemi présentent une forte courbure afin de capter les rayons du soleil, presque horizontaux en période hivernale. De la même manière, les puits de lumière coniques ont leurs parois fortement inclinées, en forme d'entonnoir, afin de réfléchir un maximum de rayons jusqu'à l'intérieur.



[fig.5] Rovaniemi, 05-06-2011



[fig.6] Rovaniemi, 05-06-2011



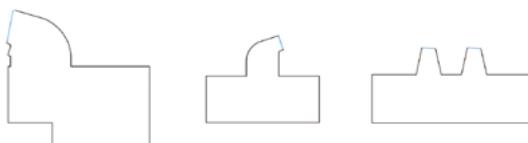
[fig.7] Rovaniemi, 05-06-2011

3 - M. NORVASUO, *Taivaskattoinen Huone, Ylävalon temetiikka Alvar Aallon arkkitehtuurissa 1927-1956*, Helsinki University of Technology, Espoo, 2009

Coupes longues schématiques

Classement selon leurs latitudes respectives

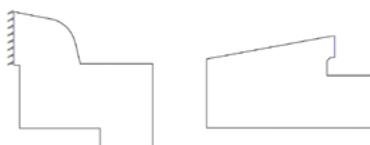
Décomposition des différents "mécanismes-lumière"



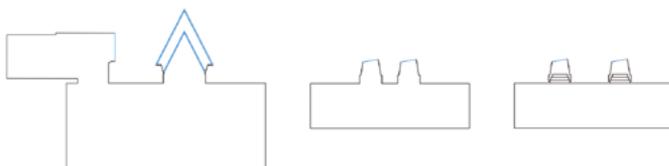
66° 30' ROVANIEMI
Salle principale



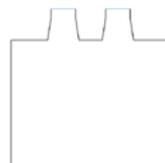
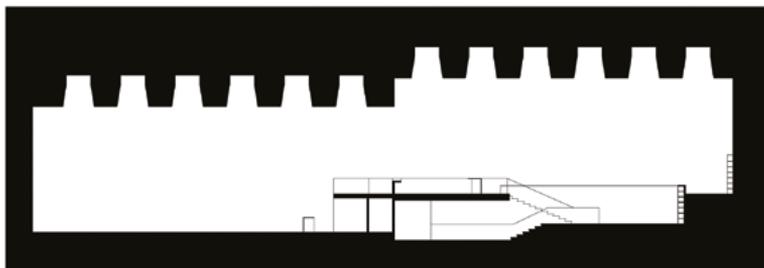
66° 30' ROVANIEMI
Salle de presse



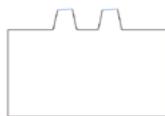
62° 47' SEINÄJOKI



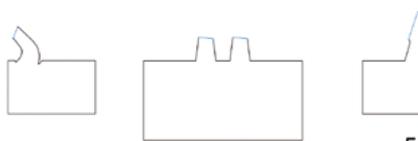
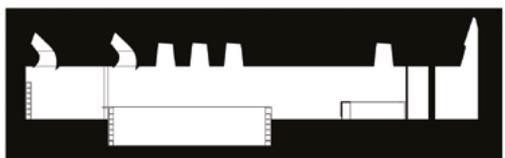
62° 14' JYVÄSKYLÄ



60° 42' VIIPURI



60° 10' HELSINKI



52° 25' WOLFSBURG



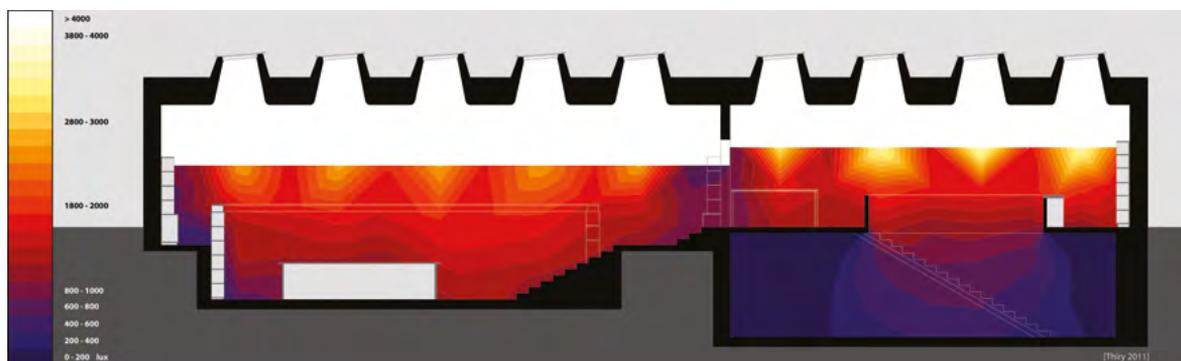
[Thiry, 2011]

[fig.12] Décomposition des différents "mécanismes-lumière". Classement selon leurs latitudes respectives

▼	"Mécanismes-lumière" de type réflecteurs linéaires			"Mécanismes-lumière" de type diffuseurs ponctuels	
	Solstice d'été (21-06)	Solstice d'hiver (21-12)		Solstice d'été (21-06)	Solstice d'hiver (21-12)
66° 30' ROVANIEMI	Rayons directs, orientation Sud $\gamma = 47^\circ$	Rayons diffus, orientation Nord $\gamma = 0^\circ$		Rayons directs, orientation Sud $\gamma = 47^\circ$	Rayons directs, orientation Sud $\gamma = 0^\circ$
62° 47' SEINÄJOKI	 $\gamma = 50,7^\circ$	 $\gamma = 3,7^\circ$			
62° 14' JYVÄSKYLÄ	 $\gamma = 51,3^\circ$	 $\gamma = 4,3^\circ$		 $\gamma = 51,3^\circ$	 $\gamma = 4,3^\circ$
60° 42' VIIPURI				 $\gamma = 52,8^\circ$	 $\gamma = 5,8^\circ$
60° 10' HELSINKI				 $\gamma = 53,3^\circ$	 $\gamma = 6,4^\circ$
52° 25' WOLFSBURG	 $\gamma = 61,1^\circ$	 $\gamma = 14,1^\circ$		 $\gamma = 61,1^\circ$	 $\gamma = 14,1^\circ$

0 1 2 3 4 5 10 m
 γ = angle d'incidence solaire
 (Thiry 2011)

[fig.13] Synthèse des "mécanismes-lumière" étudiés. Représentation des rayons solaires incidents aux solstices, selon le principe de réflexion spéculaire



[fig.8] Helsinki, représentation fausses-couleurs, relevé du 01-06-2011, 2^e passage, 15h30-16h00, extérieur de 71300 à 69800 lux.



[fig.9] Helsinki, 26-05-2011



[fig.10-11] Mise en évidence des niveaux de luminance relative par le biais d'un logiciel de traitement d'image élaboré à cette fin ; Helsinki, 01-06-2011, 10h58

A contrario, sous de plus basses latitudes, les parois du réflecteur doivent se rapprocher de la verticale afin de ne pas laisser pénétrer une lumière directe gênante. Comme constaté lors de l'analyse de la bibliothèque de l'Institut national des pensions, les prises de lumière ponctuelles coniques n'offrent pas un niveau d'éclairage optimal lorsque les hauteurs sous plafond sont importantes. Afin de conserver un éclairage indirect tout au long de l'année dans la bibliothèque de Viipuri particulièrement haute sous plafond, Alvar Aalto a percé des puits de lumière d'un diamètre beaucoup plus important, tout en augmentant la hauteur du réflecteur conique.

Quant à la bibliothèque située la plus au sud, en Allemagne, l'architecte y redresse l'inclinaison de ses réflecteurs courbes et diminue la taille des ouvertures vitrées afin de maîtriser un ensoleillement trop direct.

Si sous certains mécanismes, des niveaux d'éclairage trop importants ou trop faibles ont pu être relevés (principalement en période hivernale), la pertinence de ces "mécanismes-lumière" nous donnent la preuve, en tous points, du génie d'Alvar Aalto et de l'exigence de son travail.

Conclusion et perspectives

Avec cette étude, et pour la première fois, les niveaux d'éclairage ont été mesurés à grande échelle, en été et en hiver, dans les bâtiments d'Alvar Aalto. Une approche rigoureuse, basée sur des mesures effectuées *in situ* et leur représentation par la technique des fausses-couleurs, se révèle être un point de départ pertinent pour l'analyse des "espaces-lumière". Tandis que l'étude systématique des "mécanismes-lumière" développés pour éclairer naturellement une typologie fonctionnelle spécifique offre une perspective d'avenir pour la conception de dispositifs de prise de lumière performants, tant d'un point de vue quantitatif que qualitatif.

Les cas étudiés fournissent un répertoire d'exemples de compositions et de structures d'espaces par la lumière naturelle. Le lien établi entre analyse des "espaces-lumière", techniques d'éclairage et conception architecturale est essentiel pour faire avancer la recherche et la compréhension des caractéristiques spatiales, plastiques et humaines de la lumière naturelle en architecture. Aussi, des analyses similaires pourraient utilement être menées avec pour support d'autres architectures remarquables, en d'autres lieux, avec d'autres fonctions, voire d'autres cultures.

Le présent texte est établi sur base du mémoire de fin d'études : THIRY J.-D., Les « mécanismes-lumière » dans l'architecture des bibliothèques d'Alvar Aalto (J.-L. Capron dir.), Université catholique de Louvain, Bruxelles, 2012.