

# Nœuds intelligents

## **Maître de l'ouvrage**

Swiss Re Investments Ltd, Londres

## **Architectes**

Foster & Partners, Londres

## **Conception de la structure porteuse**

Ove Arup & Partners, Londres

## **Chantier**

2000–2004



**Norman Foster a construit au cœur de la City de Londres une tour, la deuxième en hauteur de toute la ville. En raison de sa forme inhabituelle, le siège de Swiss Re Londres est aussi surnommé «concombre érotique» par la population. Cette forme est cependant plus que le fruit de la fantaisie exubérante d'architectes ou de l'ambition d'en imposer du maître d'ouvrage.**

L'intérêt de la compagnie suisse de réassurance pour une bonne architecture s'est déjà avéré plusieurs fois. Cela n'a pas commencé avec le bâtiment pour séminaires de Meili & Peter à Rüslikon (2000) ; que l'on se rappelle les immeubles du Mythenquai à Zurich, ou le club-house de Hans Hofmann (1958), ou encore le complexe de bureaux de Werner Stücheli (1969). En la personne de Norman Foster, la tour de 180 m de hauteur a un architecte dont la figure et l'œuvre sont marqués par l'intérêt pour des nouvelles technologies et des solutions écologiques. Ainsi, avec la tour de Swiss Re, Foster compte rester à 25 kWh/m<sup>2</sup> en dessous de la valeur de la recommandation britannique pour des bureaux à consommation d'énergie réduite, laquelle est de 175 kWh/m<sup>2</sup>. La forme du bâtiment y contribue également.

### **Espaces en hauteur dans une tour**

Dans le tissu urbain dense du centre de Londres, la tour de 40 étages donne l'impression de ne vouloir s'appuyer que sur la pointe du pied. Le diamètre, 56 m à l'endroit le plus large, se réduit à 49 m au rez-de-chaussée, où la façade en verre accentue encore la transparence par de larges baies. La place nouvellement créée, au centre de laquelle se dresse la tour, doit être aussi lumineuse et spacieuse que possible. Des magasins attestent que l'espace est public et le mobilier pour s'asseoir invite à s'y attarder. Le séjour y est d'autant plus agréable – plus que devant d'autres immeubles tours – que la forme aérodynamique de la tour non seulement diminue la surface que la façade oppose aux vents – ce qui a un effet très positif sur le dimensionnement de la structure en acier et de la façade rideau – mais elle diminue aussi les courants d'air verticaux. A l'intérieur, des puits hauts de six

niveaux profitent de la forme en pomme de pin de l'immeuble et apparaissent sur la façade sous forme de bandes en spirale. Les «Lightwells», composantes essentielles dans la gestion de l'énergie, ne servent pas uniquement à un meilleur éclairage des bureaux mais fonctionnent aussi comme des poumons de l'immeuble. Les différences de pression sur la façade contribuent à la circulation naturelle de l'air dans ces puits munis de fenêtres basculantes. Les bureaux adjacents en profitent également. Un système d'aération mécanique est néanmoins aussi disponible ; son élément central se trouve dans la façade servant à l'évacuation de l'air usé.

Les «Lightwells» concentrent en eux les aspects spatiaux, écologiques, fonctionnels et constructifs du bâtiment comme aucun autre élément. Les surfaces de bureaux, divisées en zones de 16 x 11 m permettant une bonne vue d'ensemble, utilisent les découpes des dalles comme des balcons et permettent d'établir ainsi des liaisons visuelles entre les niveaux. Dans d'autres immeubles tours, la hauteur est une dimension qui n'est perceptible qu'en regardant par les fenêtres, donc par rapport aux constructions voisines. Ici, des espaces intérieurs mesurant jusqu'à 24 m de haut ouvrent d'autres possibilités. De l'extérieur, les «Lightwells» apparaissent comme des rubans foncés qui s'enroulent en spirale autour du bâtiment et correspondent à l'inclinaison des barres diagonales comprimées.

### **Corset rigide et plans libres d'appuis**

Les appuis diagonaux de la façade avec des tirants horizontaux constituent un corset rigide – baptisé «Diagrid» – de telle façon que le noyau du bâtiment n'est sollicité que par des charges verticales. La dimension généreuse de la structure porteuse – les cadres de la façade en forme de «A» s'étendent sur deux niveaux et ont un écartement de 9 m – déploie aussi ses effets sur la construction des dalles. Appuyés sur des poutres à larges ailes disposées radialement, les profilés hauts de 54 cm ont une portée de 14 m



sans appui intermédiaire. Les poutres sont disposées dans le plan avec un décalage de 10° de telle manière que sur la façade, les champs des dalles affichent une portée maximale de 4,50 m. Cette dimension ne correspond à la position des appuis qu'à un étage sur deux ; au niveau des nœuds, la distance en est le double de telle sorte qu'une poutre tangentielle devait y être ajoutée.

Les nœuds méritent une attention particulière. Comme les barres comprimées sont droites, tout changement de direction – que ce soit dans le plan ou dans l'élévation – y est concentré. Les nœuds sont constitués de tôles d'acier disposées en facettes et assemblées par soudage avec des connexions préparées pour la fixation par boulons des éléments adjacents de la structure porteuse : des barres comprimées en tube, des tirants en profilés creux rectangulaires et des poutres des dalles en profilés en double té à larges ailes. Ces dernières reposent sur des nœuds par des appuis glissants et sont limitées dans leur extension par des barres filetées. Lors du montage, ces barres ont servi de moyens auxiliaires pour maintenir constante la distance par rapport au centre et pour régler les déformations en fonction de l'augmentation du poids propre.

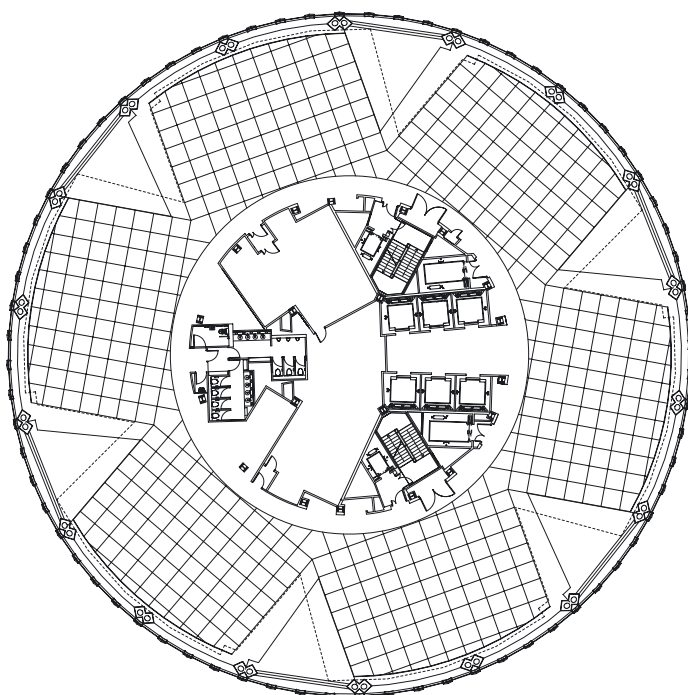
Le sommet du bâtiment est conçu tout différemment. En plus de locaux techniques, on y trouve un restaurant panoramique. La coupole constitue une struc-

ture autonome, séparée des dalles, une structure en grille sans nœuds distincts. A leur croisement, les profilés creux rectangulaires (section de 110 x 150 mm) sont soudés bout à bout. Le vitrage est posé directement sur les profilés et maintenu par serrage sous des baguettes comme dans le cas d'une construction composée de montants et de traverses.

### Façade double

Du niveau zéro au niveau 38, le vitrage est formé d'éléments qui ont la hauteur d'un étage, fixés au squelette en acier par des consoles. Les panneaux de verre hauts de 4 m ont un cadre en profilé d'aluminium thermiquement isolé. Ils sont dimensionnés de telle sorte qu'ils n'ont besoin d'être tenus que par leur sommets inférieur et supérieur. Les points de fixation réunissent quatre éléments dont les triangles joints aux panneaux en losange par des raidisseurs glissés. Derrière les joints horizontaux, des appuis en forme d'entonnoirs sont disposés pour l'aspiration d'air frais traité et diffusé dans les bureaux à travers les plafonds suspendus. Un pan de verre disposé à l'intérieur des «Diagrids», qui ne peut être ouvert que pour le nettoyage, complète le revêtement du bâtiment et le transforme en façade ventilée. Sur son chemin vers la centrale d'aération, l'air usé des bureaux passe par cet espace où l'air chauffé par les rayons du soleil sera aspiré. Dans les «Lightwells», le vitrage intérieur est remplacé par du verre teinté et protégeant du soleil.

Plan  
Echelle 1:600

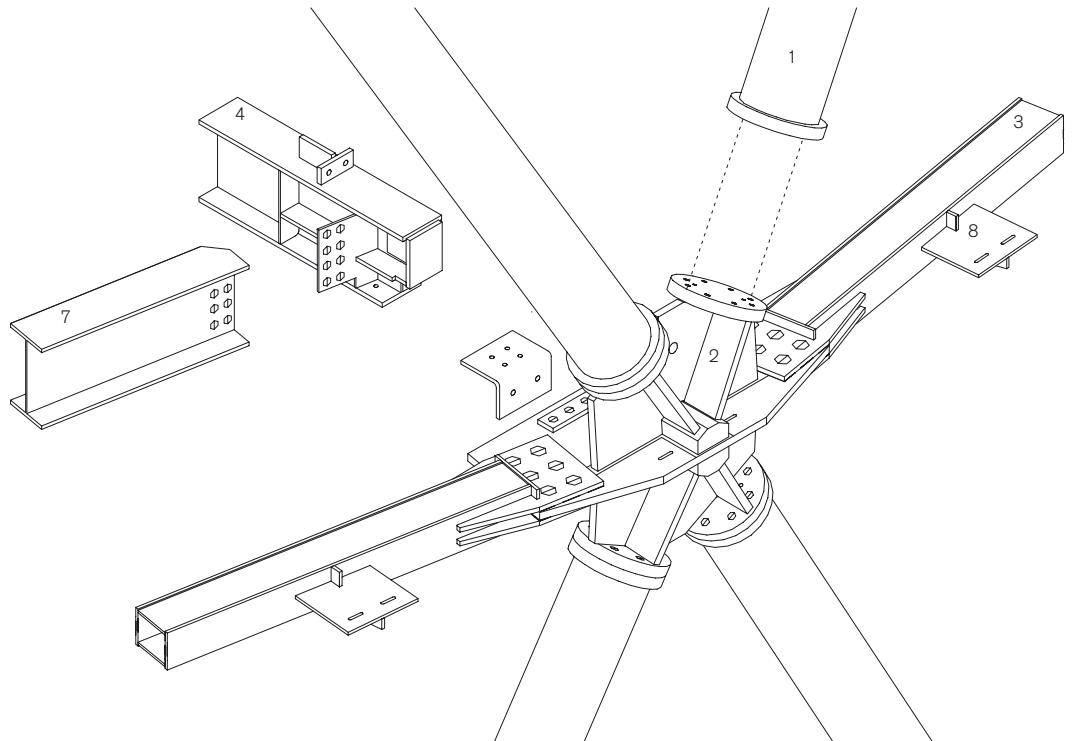
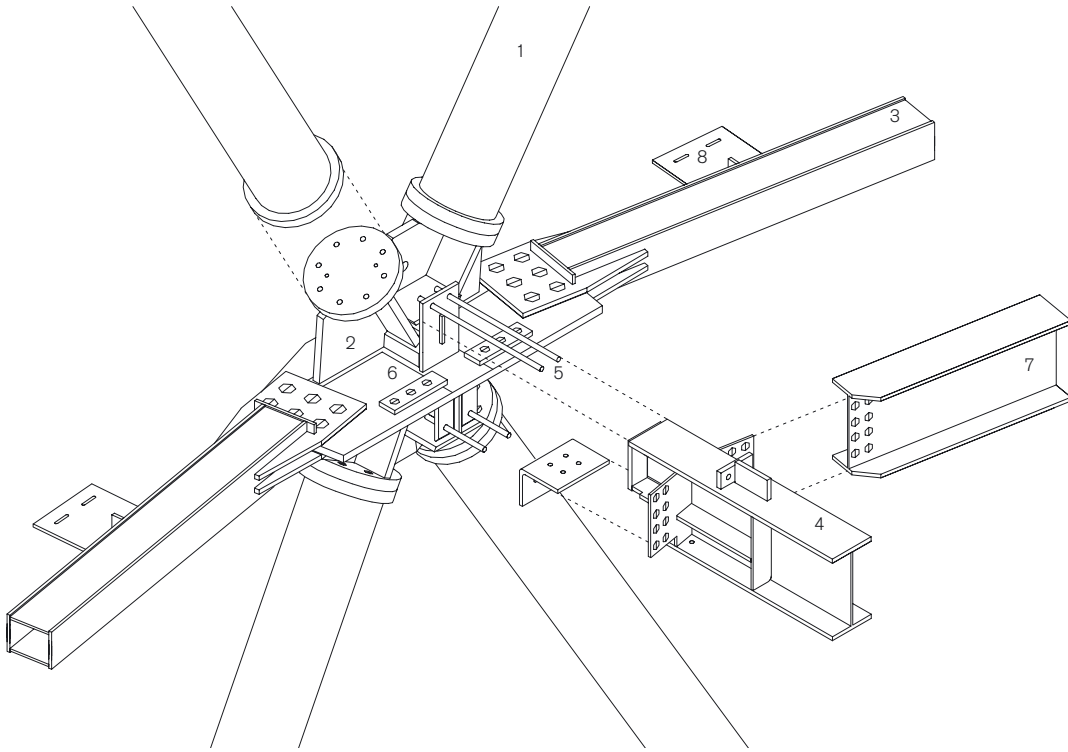


Derrière les bandes en spirale se trouvent les «Lightwells» – des zones qui s'étendent sur plusieurs niveaux et servent à l'éclairage supplémentaire et à l'aération naturelle des surfaces de bureaux.





Alors que, dans la partie supérieure du bâtiment, le montage de la structure en acier suivait encore son cours, la façade était déjà montée dans sa partie inférieure.



Axonométrie

Echelle 1:50

- 1 appuis diagonaux
- 2 nœuds
- 3 tirants
- 4 poutre de la dalle avec appui glissant
- 5 barres filetées pour le réglage de la dilatation radiale
- 6 plaques pour la fixation tangentielle des poutres
- 7 poutre de dalle secondaire
- 8 supports pour le vitrage



Nœud de transition entre une dalle et l'espace d'aération d'un « Lightwell »

### Revêtement neutralisant

Dans le cas de l'Épicentre de Prada de Herzog & de Meuron, la section de la structure portant la façade reste constante car le revêtement de protection contre le feu l'enveloppe comme une peau. Dans le cas de Swiss Re, on a procédé de façon inverse : le revêtement en tôle d'aluminium laquée au feu définit un volume creux où les éléments de la structure porteuse, de formes différentes, trouvent leur place tout comme les éléments servant à la protection contre le feu ou les installations techniques. Le résultat est cependant le même dans les deux cas : la construction ne peut qu'être devinée. (ad)

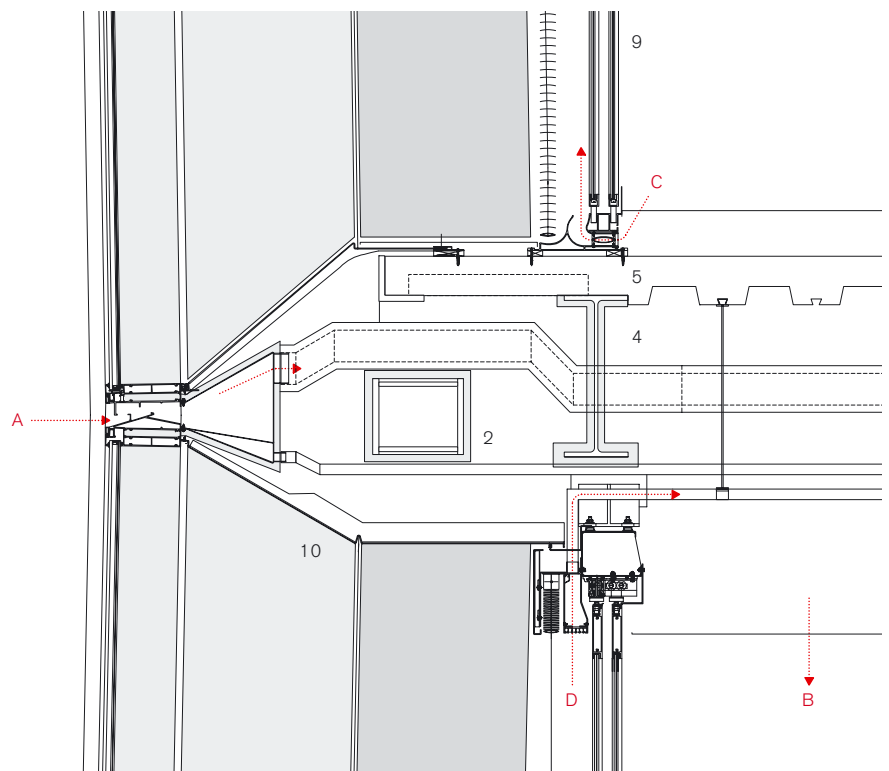
A chaque support, quatre éléments de fenêtre sont fixés. Les losanges, hauts d'un étage, sont fixés en haut et en bas ; les triangles contigus sont attachés par des pièces glissées qui les raidissent en même temps.



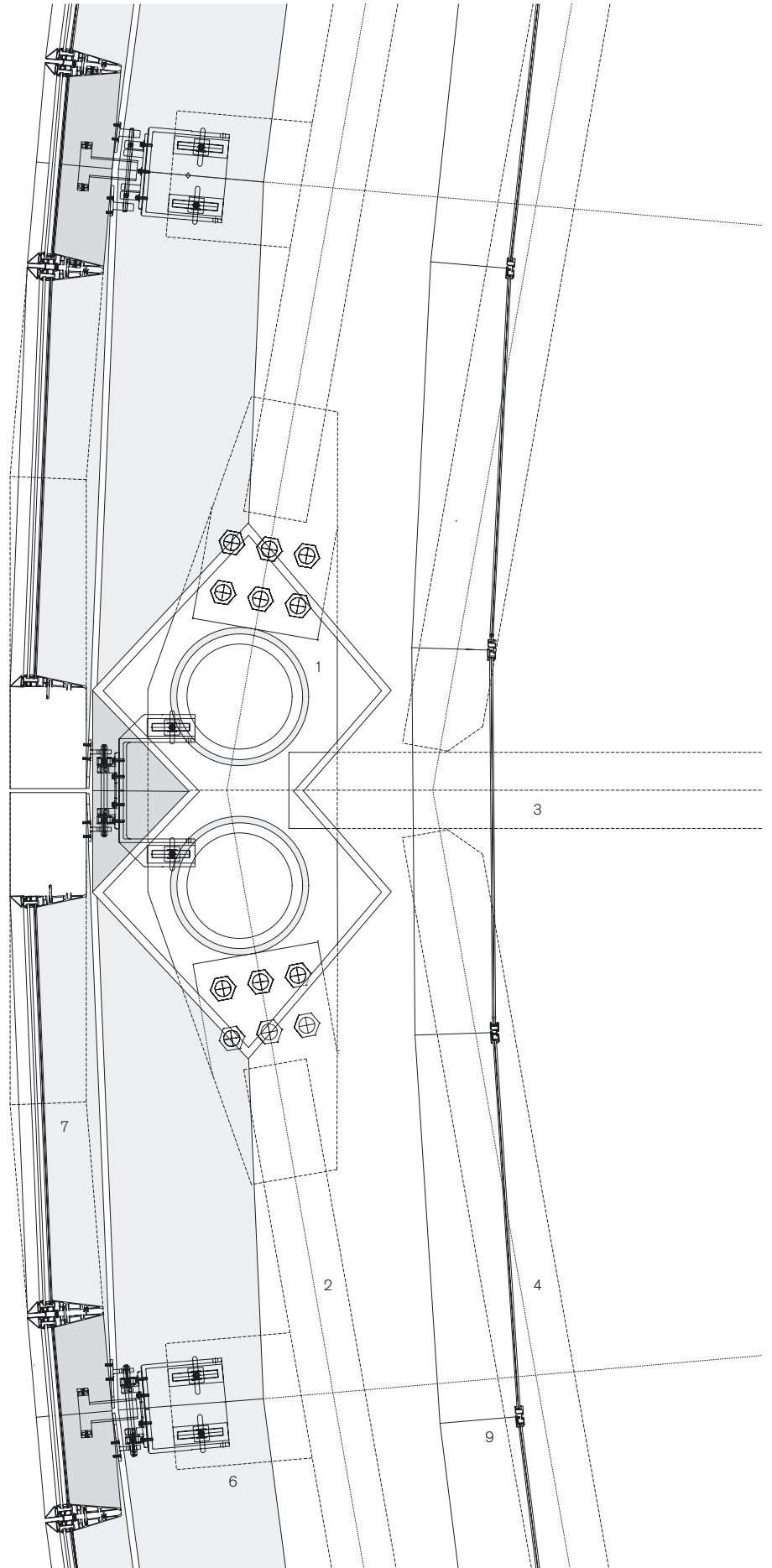
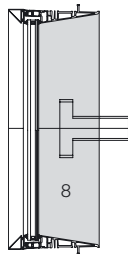


**Lieu** 30 St Mary Axe, Londres  
**Maître de l'ouvrage** Swiss Re Investments Ltd, Londres  
**Architectes** Foster & Partners, Londres  
**Entreprise générale** Sanska Construction UK Ltd, Londres  
**Conception de la structure porteuse** Ove Arup & Partners, Londres  
**Conception de la façade** Emmer Pfenninger Partner AG, Münchenstein  
**Construction métallique** Victor Buyck-Hollandia Joint Venture Ltd, Wraysbury  
**Façade** Schmidlin AG, Fassadentechnologie, Aesch  
**Coupoles** Waagner Biro, Vienne (Autriche)  
**Construction** structure porteuse : façade porteuse («Diagrid») en tubes ronds, vissés à des nœuds à facettes ; noyau en profilé à larges ailes (charges verticales uniquement) ; dalles en construction mixte acier-béton.  
 façade rideau (Curtain wall) : éléments en verre dans des cadres en aluminium isolés thermiquement, fixations ponctuelles à la structure en acier.  
**Quantités d'acier** 8'358 t ; dont 29% pour «Diagrid», 24% pour le noyau et 47% pour les poutres des dalles  
**Surface utile** 46'450 m<sup>2</sup>  
**Chantier** décembre 2000 – mai 2004

Détail de la façade  
 Echelle 1:100



Coupe verticale  
 Echelle 1:25



Coupe horizontale

Echelle 1:25

- 1 Appuis diagonaux : tube d'acier  $\varnothing$  508/40 mm –  $\varnothing$  273/12,5 mm
  - 2 Tirants : profilé creux rectangulaire 300/250 mm
  - 3 Poutre radiale : 540/300 mm
  - 4 Poutre tangentielle : 540/300 mm
  - 5 Dalle mixte, béton : 160 mm
  - 6 Support pour les éléments en verre
  - 7 Élément triangulaire en verre avec cadre en aluminium, thermiquement isolé (verre : ESG 10 mm, SZR 16 mm, VSG 2 x 5 mm) ;
  - 8 Idem, en forme de losange
  - 9 Fenêtre à glissières (verre : VSG 2 x 5 mm)
  - 10 Revêtement en aluminium : tôle de 3 mm
- A Air frais, introduit par étage  
 B Amenée d'air aux bureaux par le plancher  
 C Evacuation de l'air usé des bureaux par le seuil  
 D Evacuation de l'air usé des espaces intermédiaires (façade d'aération)