



CONCOURS D'ARCHITECTURE POUR LE NOUVEAU MUSEE DES BEAUX-ARTS A LAUSANNE

**Evaluation écologique, selon la méthode « SNARC »,
des projets retenus pour le 2^{ème} degré du concours.**

Dr Jean-Bernard Gay – ancien Privat-docent de l'EPFL

Lausanne, le 10 janvier 2005

1. Introduction

La méthode SNARC permet d'évaluer, au niveau du concours, les qualités écologiques d'un projet d'architecture. Elle vise à apporter au jury une information structurée sur ces aspects, en complément aux autres éléments généralement pris en compte dans une telle évaluation (qualité architecturale, insertion au site, fonctionnalité et économie du projet). La méthode ne propose pas une note globale, mais des éléments d'appréciation qui permettent d'évaluer dans quelle mesure le projet répond aux exigences environnementales actuelles.

2. Eléments d'appréciation

2.1. Préservation de la parcelle

La préservation de la parcelle est le premier élément considéré, pour cela on évalue d'une part les surfaces vertes préservées ou créées, d'autre part le bilan hydrique de la parcelle. Dans le présent concours, la parcelle était partagée en deux zones : le périmètre bâti et le périmètre d'aménagement. Nous avons mis l'accent sur le périmètre bâti, le périmètre d'aménagement n'étant que partiellement défini ou traité dans certains projets.

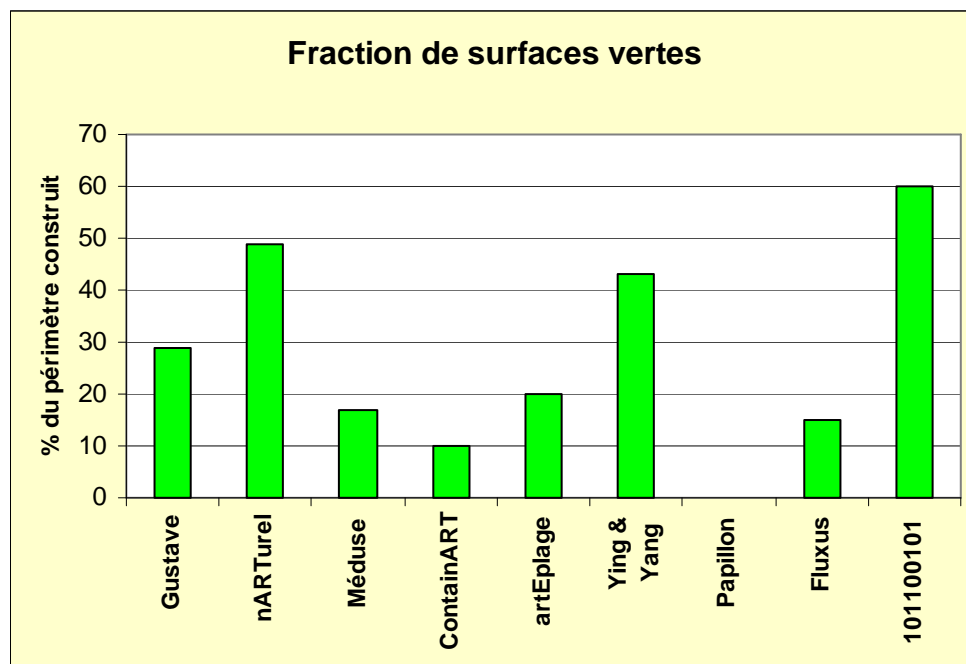


Figure 1 Ce graphique présente la fraction de surfaces vertes, dans le périmètre bâti (17'836 m²), des différents projets. Conformément à la méthode SNARC, les toitures végétalisées sont comptées pour moitié. On note des différences très importantes selon les projets, Papillon présente une valeur nulle car, à l'exception de quelques arbres, il propose un sol minéral dur sur l'entier du périmètre.

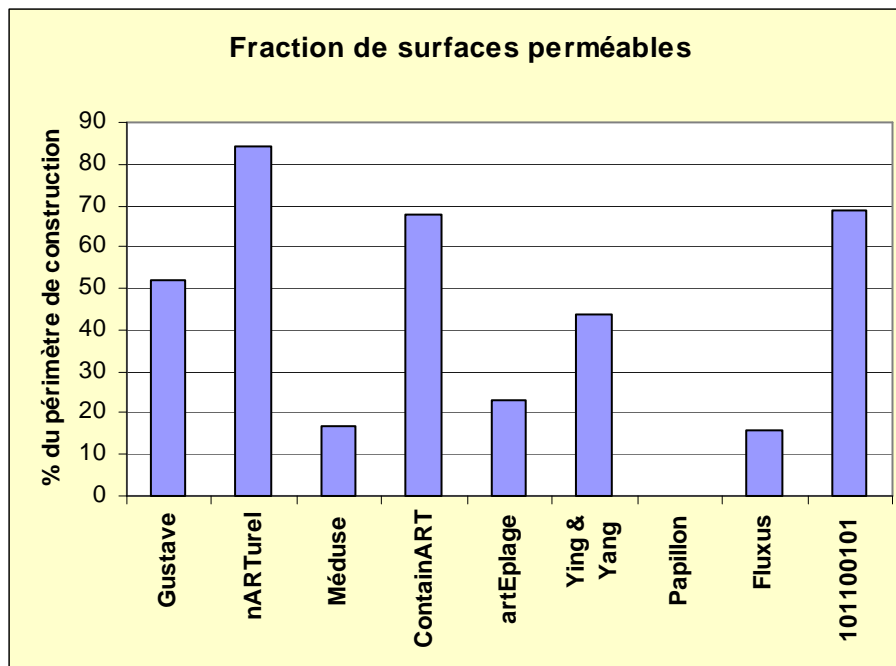


Figure 2 Les fractions de surfaces perméables présentent des variations encore plus importantes, les toitures végétalisées étant alors intégralement considérées comme des surfaces perméables.

2.2. Construction

a) Fouilles et remblais

L'ampleur du volume bâti et la diversité des projets, nécessite de considérer de manière détaillée les travaux préparatoires et plus spécialement les fouilles, les remblais et les fondations nécessaires. Pour ces dernières, certains projets font apparaître clairement la nécessité de réaliser des pieux de soutènement, alors que d'autres n'en évoquent même pas le besoin. Aussi, afin de ne pas pénaliser les projets qui prévoient des pieux, avons-nous admis que ceux-ci étaient indispensables dans tous les cas, leur impact a toutefois été réduit d'un tiers lorsque le projet propose des constructions de faible hauteur.

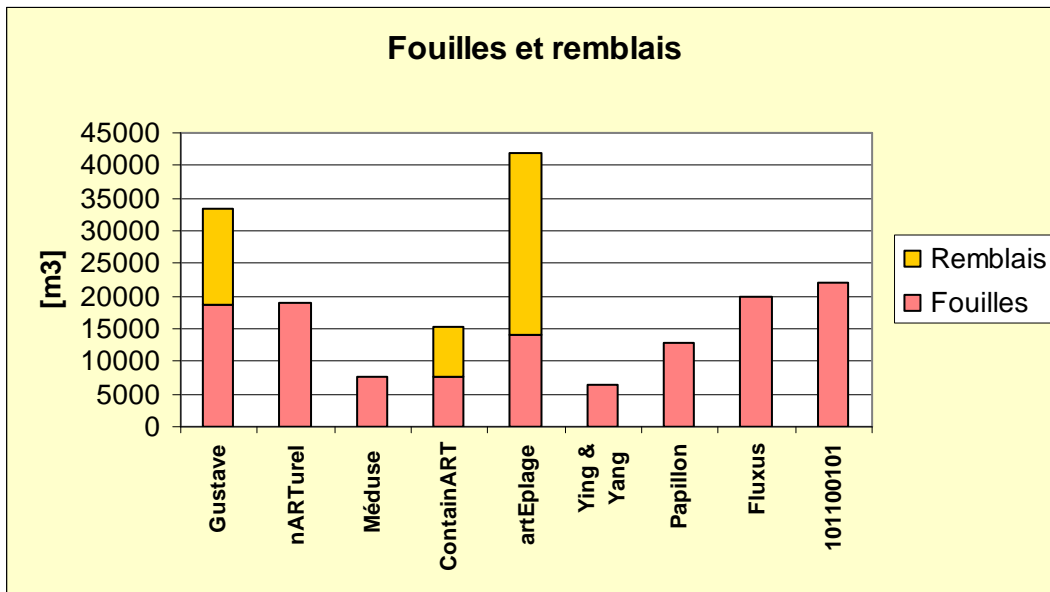


Figure 3 Cette figure montre l'importance des fouilles et des remblais nécessaires aux différents projets. A l'exception des projets « Gustave », « ContainART » et « artEplage », les volumes de remblais sont négligeables par rapport à ceux des fouilles.

b) Surfaces de plancher

Il est également important de relever que les surfaces de plancher sont assez différentes selon les projets considérés : par rapport à la moyenne, ces différences peuvent atteindre 30%. Elles résultent soit de la disposition des volumes, soit éventuellement de surfaces manquantes, il ne nous appartenait toutefois pas d'effectuer un tel contrôle.

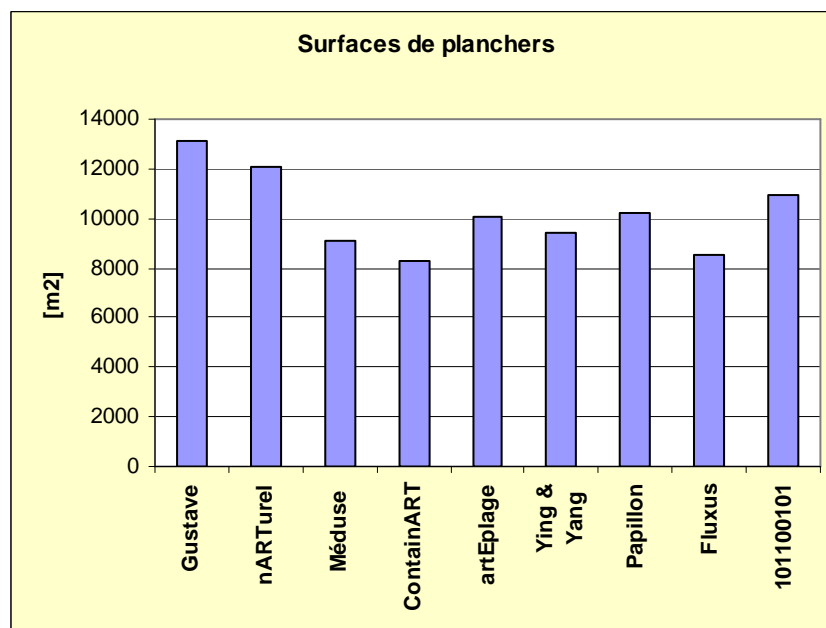


Figure 4 Surfaces de planchers offertes par les différents projets.

c) Gros œuvre

La figure 5 présente l'énergie globale nécessaire à la construction des bâtiments, elle comprend l'énergie grise des matériaux et l'énergie nécessaire à la construction elle-même. Cette énergie est exprimée en Gigajoules (GJ), une unité à laquelle on est peu familier. Aussi, afin de rendre ces chiffres plus concrets, convient-il de relever que 10'000 GJ équivalent à 223 tonnes de pétrole. La construction des bâtiments des différents projets étudiés nécessite donc en moyenne, l'équivalent de 750 tep.

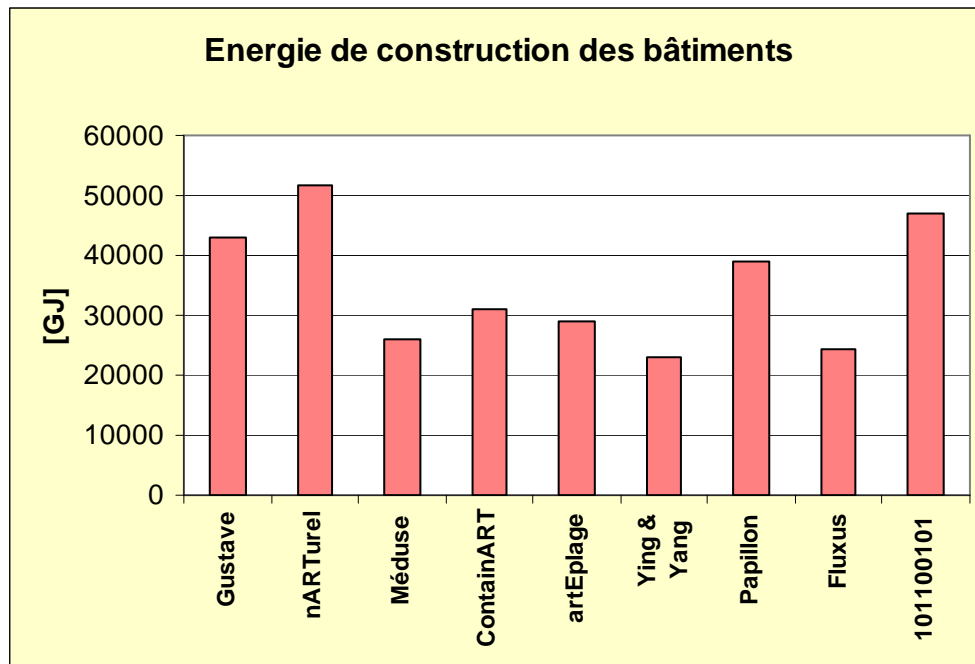


Figure 5 Energie nécessaire à la construction des bâtiments : les projets « Gustave » et « nARTurel » nécessitent nettement plus d'énergie, mais ils offrent également des surfaces de plancher sensiblement plus importantes.

d) Energie totale de construction

La figure 6 présente finalement l'énergie totale nécessaire à l'ensemble de la construction (préparation du terrain, construction et aménagements intérieurs). La moyenne atteint 51'000 GJ, soit un peu plus de 1'100 tep.

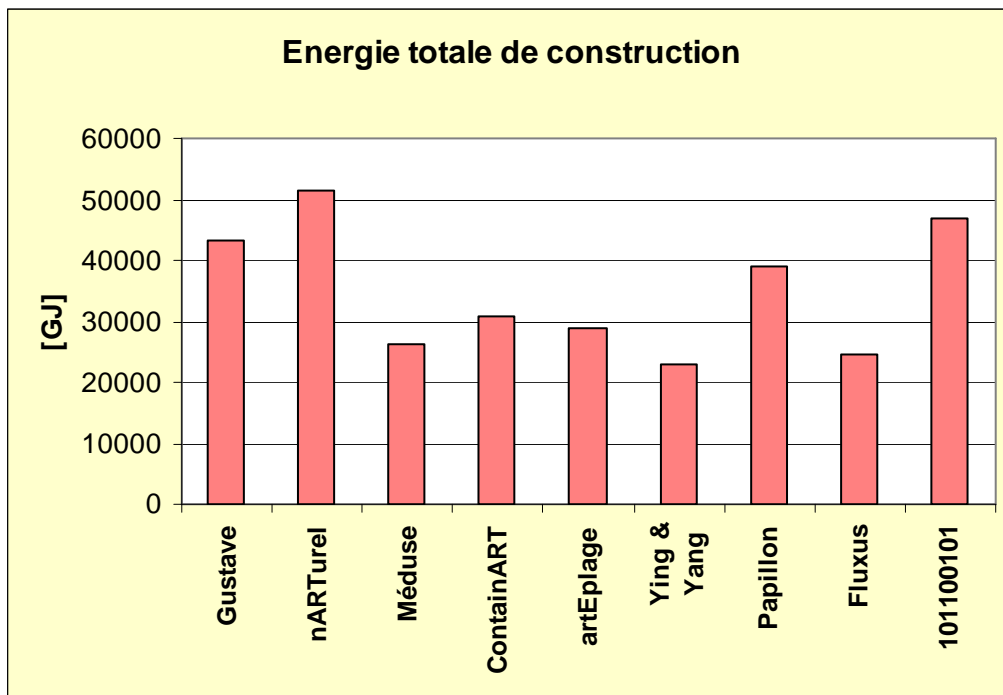


Figure 6 Energie totale de construction : celle-ci comprend l'énergie nécessaire à l'ensemble du processus de construction des travaux préparatoires aux aménagements intérieurs.

2.3. Exploitation

a) Besoins nets en chauffage

Afin de calculer l'énergie nécessaire à l'exploitation des bâtiments, nous avons effectué un bilan thermique détaillé des différents projets. Dans un souci d'objectivité, nous avons admis, pour tous les projets, le même niveau d'isolation des murs ($U = 0.3 \text{ W/m}^2\text{K}$), les mêmes types de vitrages ($U = 1.3 \text{ W/m}^2\text{K}$) et le même taux de renouvellement d'air ($1.2 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ de jour et $0.3 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ de nuit). Pour les gains internes, nous avons supposé une fréquentation moyenne de 300 visiteurs, 4 heures par jour et une consommation électrique de 100 MJ/m^2 an. Les différences observées résultent donc de la géométrie des projets (rapport de la surface extérieure sur le volume bâti), des fractions vitrées et de leurs orientations relatives.

Six projets proposent d'assurer le chauffage et le refroidissement des bâtiments à l'aide d'une pompe à chaleur tirant son énergie de l'eau du lac, vu la situation du musée, c'est une solution particulièrement intéressante. Le projet « nARTurel » prévoit une récupération de chaleur dans la double-peau qui intègre les éléments photovoltaïques. Le projet « Papillon », qui ne comprend que 4 planches, n'évoque pas ces éléments techniques. Enfin, le projet « 101100101 » fait appel à deux chaudières à gaz, pour le chauffage et à un groupe réfrigérant à absorption couplé à $1'500 \text{ m}^2$ de capteurs solaires à concentration, pour la climatisation. Nous avons tenu compte de ces choix dans le calcul des besoins thermiques des bâtiments.

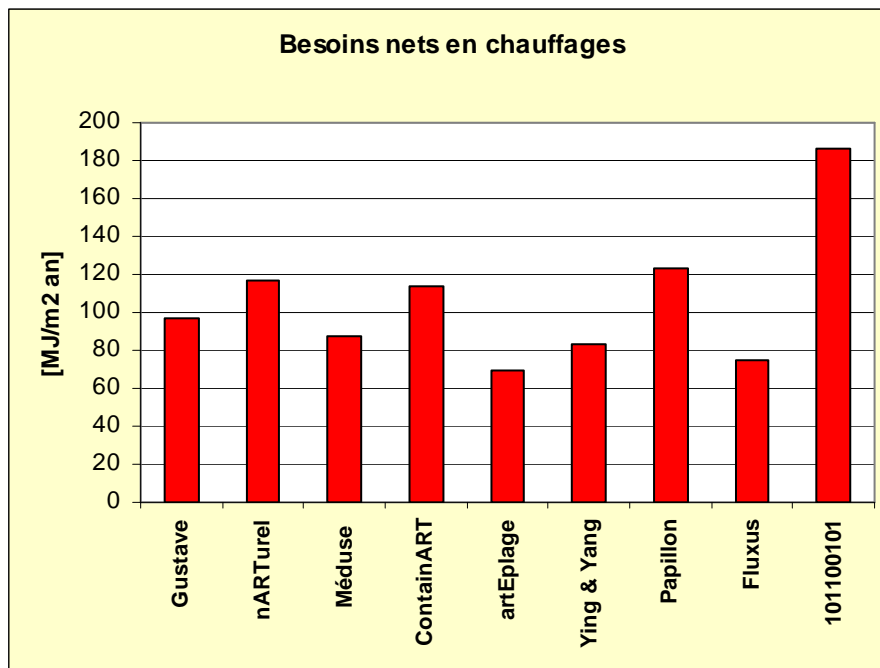


Figure 7 Besoins spécifiques nets en chauffage des différents projets. A l'exception des projets « 101100101 » et, moins sensiblement, « Papillon » tous les projets permettent d'atteindre le label « Minergie ».

b) Captage solaire

La méthode SNARC prévoit également de tenir compte de l'énergie solaire apportée par des installations solaires thermiques ou photovoltaïques. Parmi les 9 projets étudiés, 4 prévoient explicitement une installation photovoltaïque et une des capteurs thermiques. Le calcul de l'énergie totale d'exploitation tient compte de ces apports en énergie renouvelable.

c) Energie totale d'exploitation

Comme le propose la méthode, nous avons calculé les besoins en énergie d'exploitation des projets, sur une durée de 30 ans. La figure 8 permet de comparer les performances des divers projets. Pour la comparaison des performances énergétiques, il convient de ne tenir compte que de l'énergie d'appoint, puisque c'est finalement cette énergie, non renouvelable, qu'il faudra acheter et qui conduira à des émissions de CO₂.

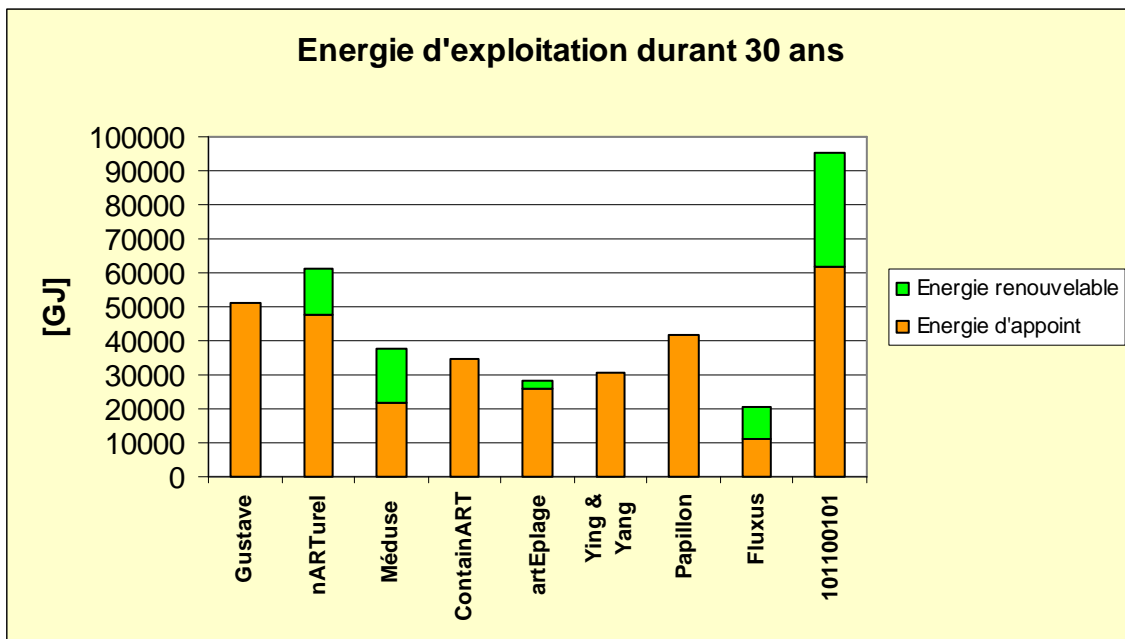


Figure 8 Besoins en énergie d'exploitation cumulés sur 30 ans. En dépit des systèmes de captage prévus, les besoins en énergie d'appoint des projets « nARTurel » et « 101100101 » se situent largement au-dessus de la moyenne des autres projets.

2.4. Utilisation

Au niveau de l'utilisation des bâtiments, l'analyse se concentre sur le confort attendu des divers projets, les appréciations données sont donc essentiellement qualitatives. Pour un musée, tant la protection solaire que la qualité de l'éclairage naturel sont des facteurs déterminants.

a) Protection acoustique

Vu la situation du bâtiment, la protection acoustique contre les bruits aériens extérieurs n'est pas un facteur primordial, il convient par contre de veiller à la qualité acoustique des espaces intérieurs. De ce point de vue, tous les projets étudiés sont satisfaisants, le projet « artEplage » est toutefois considéré comme optimal, puisqu'il fait explicitement appel à des matériaux intérieurs favorisant l'absorption des bruits.

b) Protection solaire

Sans protection solaire extérieure efficace, les éclairages zénithaux et les vitrages SE et SW conduiront inévitablement à des surchauffes importantes durant la belle saison. Parmi les projets présentés, quatre proposent des solutions insuffisantes.

c) Qualité de l'air et confort d'aération

Au niveau de la ventilation, tous les projets conduisent à des solutions satisfaisantes. Le projet « artEplage » propose toutefois un concept plus élaboré qui lui vaut l'appréciation « optimale ».

d) Eclairage naturel

Comme relevé plus haut, la qualité de l'éclairage naturel est un élément clef. L'évaluation des projets va de suffisant à optimal, seul le projet « Papillon » est qualifié d'insuffisant.

2.5. Changement d'affectation

a) Flexibilité des espaces

Pour un musée, la flexibilité des espaces est également un facteur important. Sept projets sur neuf offrent une grande flexibilité. Celle-ci est par contre moyenne pour les projets « nARTurel » et « 101100101 ».

b) Flexibilité des structures

Une flexibilité des structures permettra aussi, à plus long terme, une évolution du musée. Six projets sur neuf offrent des structures très flexibles, les projets « nARTurel », « Ying & Yang » et « 101100101 » s'avèrent moins souples.

3. Synthèse

Le tableau de synthèse suivant, permet une comparaison directe des qualités et faiblesses des différents projets étudiés :

Les projets « Le radeau de la Méduse », « containART », « artEplage » et « Ying & Yang » se distinguent par des qualités remarquables et homogènes sur les cinq aspects principaux considérés (parcelle, construction, exploitation, confort d'utilisation et changement d'affectation).

En dépit de travaux d'aménagement importants (fouilles et pare-vagues) et de surfaces perméables faibles (la place d'accès étant entièrement en dur), le projet « Fluxus » offre de grandes qualités : en particulier il s'avère le plus économe en énergie d'exploitation.

Les projets « Gustave » et « N-ART-UREL » sont peu économes en énergie de construction et d'exploitation, ils offrent par contre des surfaces de plancher qui se situent nettement au dessus de la moyenne.

Enfin les projets « Papillon » et « 101100101 » présentent des faiblesses importantes, tant au niveau des besoins en énergie que des qualités d'utilisation. En particulier, les solutions technologiques compliquées proposées dans le projet « 101100101 » ne parviennent pas à compenser les défauts intrinsèques au projet, en particulier le rapport surface sur volume très défavorable.