



**HAL**  
open science

## Outils d'optimisation de la conception multi-objectifs utilisant la programmation visuelle : tests utilisateurs d'acceptabilité

Abdulaziz Afandi, Aline Barlet, Patrick Sebastian, Denis Bruneau, Xavier Marsault

### ► To cite this version:

Abdulaziz Afandi, Aline Barlet, Patrick Sebastian, Denis Bruneau, Xavier Marsault. Outils d'optimisation de la conception multi-objectifs utilisant la programmation visuelle : tests utilisateurs d'acceptabilité. IBPSA, May 2018, BORDEAUX, France. hal-04379753

**HAL Id: hal-04379753**

**<https://hal.science/hal-04379753v1>**

Submitted on 8 Jan 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## **Outils d'optimisation de la conception multi-objectifs utilisant la programmation visuelle : tests utilisateurs d'acceptabilité**

**Abdulaziz AFANDI\*<sup>1,2</sup>, Aline BARLET<sup>1</sup>, Patrick SEBASTIAN<sup>2</sup>, Denis BRUNEAU<sup>1</sup>, Xavier MARSAULT<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> GRECCAU (EA MCC 7482), 33405 TALENCE, France

<sup>2</sup> I2M (UMR CNRS 5295), 33400 TALENCE, France

<sup>3</sup> MAP-ARIA (UMR CNRS-MCC 3495), 69512 VAULX-EN-VELIN, France

\*[abdulaziz.afandi@u-bordeaux.fr](mailto:abdulaziz.afandi@u-bordeaux.fr)

---

*RESUME. Le document mesure l'acceptabilité par les utilisateurs d'outils d'optimisation de conception multi-objectifs dans la programmation visuelle. Il compare deux outils d'optimisation de design différents sous environnement Grasshopper®, Biomorpher © et Octopus ©. Les résultats montrent que les utilisateurs préfèrent travailler avec l'outil qui a une représentation plus graphique du design et qui leur permet de s'engager davantage dans le processus d'optimisation qu'est Biomorpher ©. D'autre part, les utilisateurs font plus confiance aux résultats de l'outil qui propose le plus de diagrammes d'analyse comparant les résultats obtenus qu'est Octopus ©. Par conséquent, il semble opportun d'envisager à l'avenir le développement d'un nouvel outil ou d'une nouvelle plateforme qui fusionne l'approche de ces deux outils Biomorpher © et Octopus ©.*

*MOTS-CLÉS : acceptabilité, optimisation de la conception, programmation visuelle.*

---

*ABSTRACT. The paper measures users' acceptability of multi-objective design optimization tools in visual programming. It compares two different design optimization tools inside Grasshopper®, Biomorpher© and Octopus©. The results show that the users prefer to work with the tool that has more graphical representation of the design and the tool that allows them to engage more in the process of optimization which is Biomorpher©. On the other hand, the users trust the results of the tool that has more analysis diagrams that compare the results, which is Octopus©. Hence, it is recommended to develop new tools or simulation platforms that merge the approach of both Biomorpher © and Octopus © tools.*

*KEYWORDS: acceptability, design optimization, visual programming.*

---

### **1. OUTILS D'OPTIMISATION DE CONCEPTION**

Les architectes peuvent facilement adopter un outil qui améliore leur productivité. De même, ils utilisent largement les outils d'analyse existants. Par contre, les outils d'aide à la décision en phase de conception initiale sont rarement acceptés par les architectes. Howarth affirme "il y a un risque que les concepteurs se sentent menacés en retirant une grande partie du processus de création de leur travail - il leur reste simplement à choisir entre un ensemble d'options à chaque fois." (Howarth, 2017).

Développer des outils acceptables en matière d'aide à la décision pour l'optimisation de la conception en phase esquisse est une tâche complexe. Un outil accepté par un architecte peut ne pas l'être par un autre. Même pour le même architecte, le niveau d'acceptabilité variera selon les types de difficultés rencontrées lors de ce processus de conception initiale. Par conséquent, les architectes doivent être en mesure de personnaliser leurs propres outils et ainsi d'augmenter leurs propres

capacités de conception assistée. Ces personnalisations permettraient également aux développeurs de logiciels de mieux comprendre les besoins effectifs de l'architecte.

Actuellement la plupart des architectes ne sont pas formés ni préparés à l'analyse informatique ou à la programmation. Lewis et Olson ont affirmé "il est bien connu que les langages de programmation conventionnels sont difficiles à apprendre et à utiliser ; ils nécessitent des compétences que beaucoup de gens n'ont pas » (Lewis et Olson, 1987). Myers a souligné que "il semble clair qu'un style de programmation plus visuel pourrait être plus facile à comprendre et à générer pour les humains, en particulier pour les non-programmeurs ou les programmeurs novices" (Myers, 1990). Par conséquent, la programmation visuelle peut être un bon environnement pour développer des outils personnalisables qui s'adaptent facilement aux besoins spécifiques de chaque architecte.

Cet article vise à étudier l'acceptabilité, par les utilisateurs (architectes et urbanistes), d'outils d'optimisation de conception multi-objectifs utilisant la programmation visuelle. L'étude a pour objectif d'aider les développeurs à proposer des outils informatiques de programmation visuelle adaptés, incitant davantage d'architectes à les exploiter. L'utilisation de ces outils conduirait à des décisions de conception plus optimisées en regard de ces besoins spécifiques des architectes.

## 2. METHODOLOGIE

L'étude se concentre sur "Octopus©" et "Biomorpher©", deux outils d'optimisation de conception multi-objectifs sous environnement Grasshopper®, un outil de programmation visuelle connecté avec Rhino©.

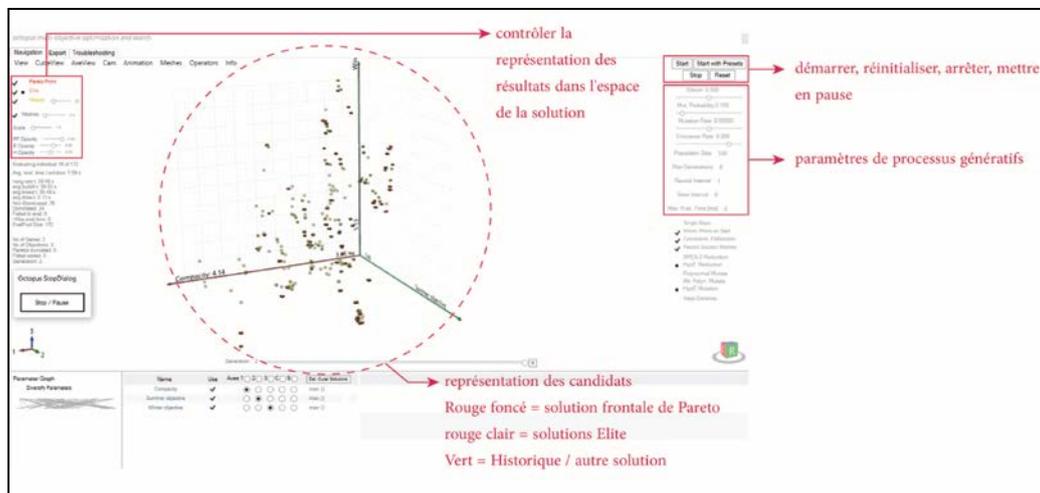


Figure 1 : Interface d'Octopus©

Octopus© est un plugin d'optimisation de conception multi-objectifs sous Grasshopper® qui utilise l'optimisation selon la loi de Pareto (Figure 1). Biomorpher© utilise des algorithmes évolutifs interactifs dans l'environnement de Grasshopper®, qui aident à générer des formes et à les évaluer. Ainsi, Biomorpher© n'utilise pas l'optimisation selon la méthode de Pareto comme Octopus© mais combine simplement tous les objectifs en un seul objectif. Dans Biomorpher©, l'utilisateur peut sélectionner de nombreuses solutions à partir desquelles le plugin peut faire évoluer de nouvelles générations de solutions en fonction des objectifs et des solutions retenues (Figure 2).

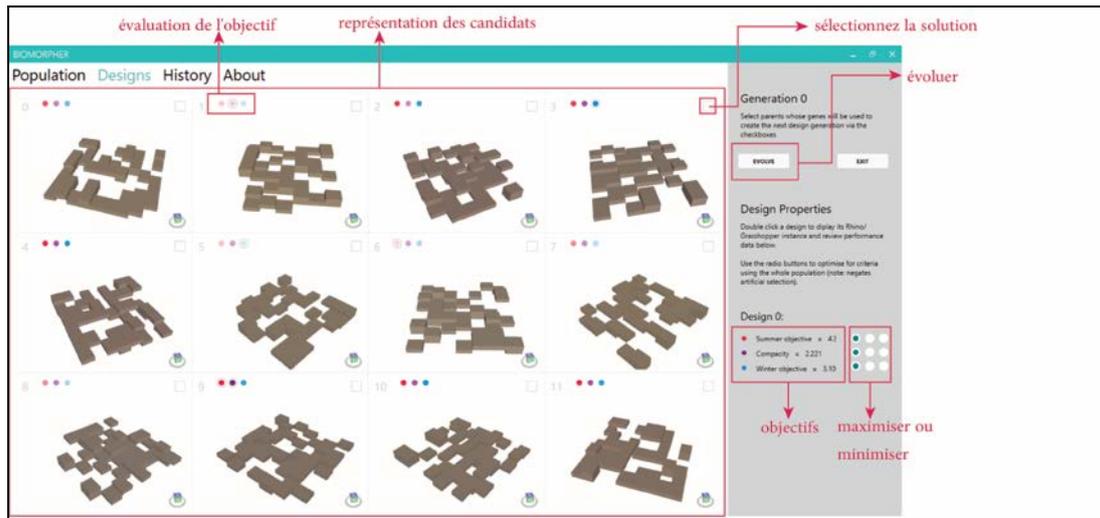


Figure 2 : Interface de Biomorpher©

L'expérience menée ici consiste à comparer l'acceptabilité de ces deux outils et non leurs performances. Les deux plugins sont donc présentés comme des outils d'optimisation multi-objectifs qui utilisent un mode calcul d'optimisation similaire, ce qui permet d'orienter l'expérience vers une évaluation précise, ciblée vers une mesure de cette acceptabilité.

Pour évaluer cette acceptabilité, des échantillons, regroupant des architectes et des ingénieurs, ont été invités à utiliser et explorer les deux outils. Les séances de test étaient divisées en quatre étapes : une présentation des outils, un temps de manipulation guidée, un temps de manipulation autonome et un questionnaire individuel et standardisé pour le recueil des perceptions et des représentations des testeurs. A partir de l'analyse des données, les résultats sont utilisés pour éclairer les développeurs sur les voies à suivre afin d'améliorer leurs outils d'aide à la conception.

## 2.1. LA PRESENTATION

L'introduction, faite par l'animateur en début de séance de test, a permis de démontrer, à l'aide d'exemples, l'importance de l'optimisation de la conception en architecture. Ensuite, le processus de conception a été défini de façon générale puis plus particulièrement la phase initiale de ce processus (Figure 3). Dans un troisième temps, l'importance de l'optimisation de la conception multi-objectifs a été présentée et illustrée à travers la méthode de Pareto (Wang et al., 2011), méthode mathématique utilisée par la plupart des outils d'optimisation de conception multi-objectifs.

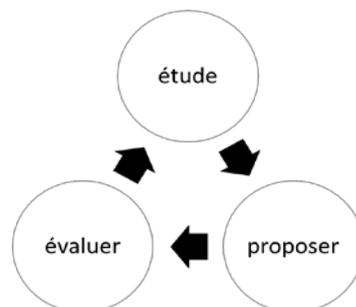


Figure 3 : Début de la boucle du processus de conception

Enfin, différents logiciels conçus pour l'optimisation ont été présentés et catégorisés, parmi lesquels Biomorpher© et Octopus©, qui fonctionnent à l'intérieur de l'environnement Grasshopper®, qui font l'objet du test.

## 2.2. TESTER LES OUTILS

L'interface Grasshopper® a tout d'abord été expliquée et un tutoriel de base a été présenté aux participants. Puis une manipulation guidée a été proposée afin de leur permettre de réaliser un projet simple d'optimisation. Pour ce premier exercice, les testeurs ont ainsi construit une grille de points et un point "A" isolé de cette grille. Puis ils ont dû mesurer les distances entre le point "A" et chacun des points de la grille afin d'utiliser ces distances comme dimensions des rayons des sphères construites à partir de ces points. De ce fait, plus la sphère était proche du point "A", plus elle était petite. Par la suite, ils ont dû optimiser la position du point "A" afin de maximiser le volume total des sphères et de minimiser les distances totales entre les centres des sphères et le point "A" (Figure 4).

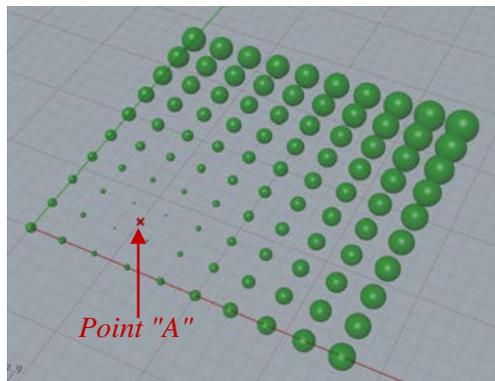


Figure 4 : Résultat de la manipulation guidée

Après la présentation des tutoriels de Biomorpher© et d'Octopus©, les participants ont mené ce premier exercice avec les deux outils.

Pour le temps de manipulation autonome, un autre algorithme développé avec Grasshopper® a été présenté et expliqué aux participants. Ce code crée une grille 3D modulaire constituée de boîtes. Cet algorithme permet à l'utilisateur de définir les dimensions de la zone de construction, la taille de l'unité (une boîte), le nombre de niveaux et la densité de construction. Il effectue trois analyses différentes : (1) il calcule la compacité, qui correspond au rapport entre la surface de l'enveloppe de la forme et la surface totale de plancher, (2) il calcule le gain solaire pendant l'été, et (3) il calcule le gain solaire pendant l'hiver. Les participants ont été invités à optimiser l'orientation et la distribution des boîtes en utilisant à la fois Octopus© (Figure 1) et Biomorpher© (Figure 2), avec pour objectif de minimiser les apports solaires d'été et tout en maximisant les apports solaires d'hiver et la compacité.

## 2.3. LE QUESTIONNAIRE

Enfin, chaque participant a rempli un questionnaire construit en trois parties. La première partie se concentre sur la comparaison entre Biomorpher© et Octopus©. La deuxième partie permet des commentaires généraux sur la programmation visuelle. La troisième partie vise à recueillir des données sur les participants eux-mêmes, (âge, profession, ...) et sur leurs compétences en termes de programmation, visuelle ou non, et de méthodes d'optimisation.

### 3. ANALYSE DES RESULTATS

#### 3.1. PARTICIPANTS

Le nombre total de participants est de 13 personnes, 46,15% étant ingénieurs spécialisés dans la conception de bâtiments, 46,15% architectes et 7,69% architectes/ingénieurs. Les étudiants représentent 69,23% des participants. Le groupe des 18 et 34 ans représente 84,61% du panel et seulement 15,38% ont 35 ans ou plus.

La majorité des participants ont précisé qu'ils n'avaient aucune expérience en programmation ou en programmation visuelle (Tableau 1), et la plupart d'entre eux ne sont pas utilisateurs de méthodes d'optimisation de conception multi-objectif (Figure 5).

Niveau de compétence	Compétences en programmation	Compétences en programmation visuelle
1/10	38,46%	61,54%
2/10	0,00%	0,00%
3/10	7,69%	15,38%
4/10	7,69%	15,38%
5/10	23,08%	0,00%
6/10	7,69%	7,69%
7/10	0,00%	0,00%
8/10	7,69%	0,00%
9/10	0,00%	0,00%
10/10	7,69%	0,00%

Tableau 1 : les compétences des participants en programmation et en programmation visuelle

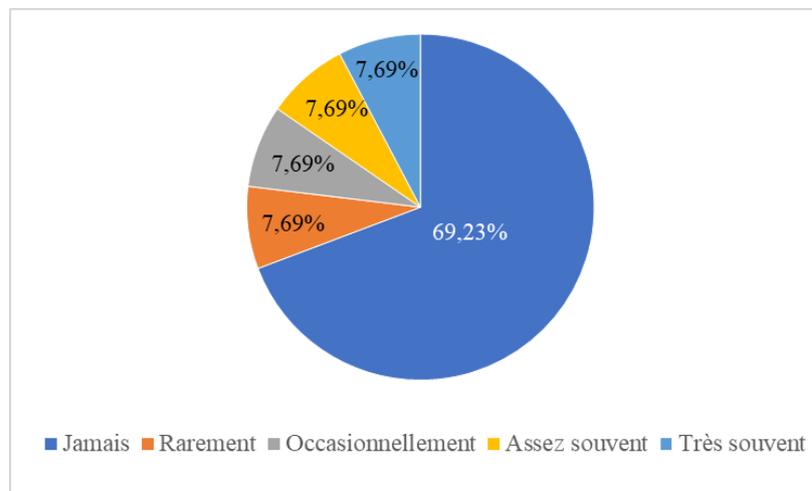


Figure 5 : Fréquence d'utilisation de l'optimisation de conception multi-objectif

#### 3.2. COMPARAISON DE BIOMORPHER© & OCTOPUS©

Concernant le processus de conception, les résultats (cf. Tableau 2) montrent que Biomorpher© a un niveau d'acceptabilité supérieur à celui d'Octopus©. Effectivement, 61,54% des réponses étaient favorables à l'utilisation de Biomorpher© et seulement 38,46% d'Octopus©.

Biomorpher© apparaît également comme permettant davantage l'implication de l'utilisateur dans la conception ou encore l'augmentation du niveau de créativité qu'Octopus©. Ainsi, sur ces thématiques,

84,62% des participants préfèrent Biomorpher© alors que seulement 15,38% d'entre eux préfèrent Octopus©.

A l'inverse, en ce qui concerne l'optimisation et la performance, Octopus© a un niveau d'acceptabilité supérieur à celui de Biomorpher©, avec respectivement 73,08% et 26,92% de réponses favorables.

Enfin, les résultats montrent que les participants évaluent plus positivement Biomorpher© à propos de l'interface, et de manière générale. Ainsi, 65,38% des réponses sont favorables à Biomorpher© contre 34,62% pour Octopus©.

Question	Biomorpher©	Octopus©
Quel outil selon vous peut vous aider à trouver des solutions de design dans différentes situations ?	53,85%	46,15%
Quel est l'outil le plus adapté à votre mode de conception ?	69,23%	30,77%
Avec quel outil pensez-vous être davantage maître de la conception ?	84,62%	15,38%
Quel outil stimule le plus votre créativité ?	84,62%	15,38%
Quelle méthode préférez-vous pour filtrer les résultats ?	23,08%	76,92%
À votre avis, quel outil aide à générer de meilleurs résultats ?	30,77%	69,23%
Quel est l'outil le plus facile à comprendre ?	84,62%	15,38%
Quel est l'outil le plus intéressant pour vous ?	46,15%	53,85%
Quelle interface préférez-vous ?	69,23%	30,77%
Quel outil préférez-vous ?	61,54%	38,46%

Tableau 2 : Comparaison Biomorpher© et Octopus©

### 3.3. COMMENTAIRES GENERAUX

Cette partie du retour d'expérience permet de mesurer l'acceptabilité, de façon générale, pour ce type d'outils. Les deux premières questions se concentrent sur Biomorpher© et Octopus© tandis que les quatre dernières questions abordent la question de la programmation visuelle (cf. Tableau 3).

Question	Oui	Non	Peut être
Si vous êtes étudiant, pensez-vous utiliser ces outils dans votre travail scolaire ?	55,56%	0,00%	44,44%
Pensez-vous utiliser ces outils dans votre travail professionnel ?	53,85%	7,69%	38,46%
Pensez-vous que la programmation visuelle convient aux architectes ?	84,62%	7,69%	7,69%
Pensez-vous utiliser la programmation visuelle dans votre futur travail scolaire ?	60,00%	10,00%	30,00%
Pensez-vous utiliser la programmation visuelle dans votre futur travail professionnel ?	61,54%	7,69%	30,77%
Voulez-vous en savoir plus sur la programmation visuelle ?	84,62%	7,69%	7,69%

Tableau 3 : Opinions sur la pertinence des outils et la programmation visuelle

## 4. CONCLUSION

L'article compare l'acceptabilité de différents outils d'optimisation de conception multi-objectifs dans l'environnement de programmation visuelle de Grasshopper® connecté avec Rhinoceros®. L'étude se concentre sur deux outils : "Octopus©" et "Biomorpher©".

Les tests montrent une certaine homogénéité des réponses quelles que soient les caractéristiques des participants et leurs compétences en matière de programmation, visuelle ou non et d'optimisation.

Ainsi, les utilisateurs préfèrent utiliser Biomorpher© plutôt que Octopus©. D'un autre côté, ils font davantage confiance à Octopus© qu'à Biomorpher© en termes de performance et d'optimisation. L'un de ces deux outils s'inscrit dans une démarche très visuelle (Biomorpher©) mais est pauvre du point de vue optimisation. L'autre s'inscrit dans la démarche inverse (Octopus©).

Il est clair que le niveau d'acceptabilité de la programmation visuelle en général est très élevé. Les outils de programmation visuelle sont très prometteurs et de nouveaux plug-ins pour la programmation visuelle ont un fort potentiel d'acceptabilité parmi les architectes. Nous envisageons donc de développer un outil qui serait une "voie moyenne" entre l'approche de Biomorpher© et Octopus©.

## 5. BIBLIOGRAPHIE

- Howarth, Dan. 2017. *Generative design software will give designers "superpowers"*. février 6. Accessed décembre 1, 2017. <https://www.dezeen.com>.
- Lewis, Clayton, and Gary M Olson. 1987. *Can Principles of Cognition Lower the*. Technical Report, Norwood, NJ: Ablex.
- Myers, Brad A. 1990. "Taxonomies of Visual Programming and Program Visualization." *Journal of Visual Languages and Computing* 97-123.
- Wang, Lihui, Kalyanmoy Deb, and Amos H. C. Ng. 2011. *Multi-objective Evolutionary Optimisation for Product Design and Manufacturing*. London: Springer.