

# PASSION ARCHITECTURE

LA REVUE  
SYNDICALE  
DES ARCHITECTES

• JURIDIQUE • SOCIAL • ARCHITECTURE • PRATIQUE • INNOVATION • TECHNIQUE • CHANTIER • NUMÉRIQUE • URBANISME •



**L'INVITÉ**  
ENTRETIEN  
AVEC ANDRÉ  
COMTE-SPONVILLE

**VIE SYNDICALE**  
L'UNIFA  
VOUS REPRÉSENTE

**DOSSIER**

## L'artificielle, intelligence ?

# De l'Intelligence Artificielle

Vaste sujet et sujet à polémique, le dossier central de notre revue fait un focus sur l'intelligence artificielle. Sujet épineux pour certains, dangereux diraient d'autres, l'intelligence artificielle, les algorithmes, la data peuvent-ils remplacer l'homme et sa pensée dans la conception architecturale ? À la lecture de cette revue chacun s'en fera une idée mais nous pouvons avoir en tête que même les starts up qui fleurissent aux États-Unis, y compris celles qui ont voulu révolutionner le monde de la construction, ont connu des fortunes diverses. Sommes-nous arrivés au bout du système ? Sûrement pas et force est de constater que l'homme, en permanence, met son intelligence au service du développement de celle des machines, depuis la conception jusqu'à l'impression 3D version XXL.

Nous verrons donc de nouvelles formes de calcul, de modélisation mais aussi de constructeurs voulant toujours remplacer l'humain par la technologie, la standardisation, le modulaire. À chacun d'entre nous de positionner le curseur là où il le souhaite, et de décider jusqu'où l'on souhaite voir l'ordinateur, la programmation, et l'algorithme prendre notre place.

N'oublions pas trop vite la crise que nous venons de vivre. Elle nous a montré fort à propos que le contact humain est primordial, que la standardisation peut être une forme d'aliénation, et que la liberté s'exprime aussi dans la qualité de l'espace, la sensibilité et la créativité.

Et de la sensibilité, il en avait à revendre : je voudrais rendre hommage à notre ancien président, Michel Rouleau disparu le 27 août. J'ai relu son discours des vœux de 2008 et j'ai trouvé que nos préoccupations et nos incertitudes n'ont pas changé. À la lumière de ses écrits, j'ai vraiment ressenti sa sensibilité, son amour de la profession et de l'autre.

Merci Michel, de ton intelligence du cœur, celle-ci ne ce programme pas.

**Jean Michel Woulkoff**, Président de l'Unsa



**L'UNION DES ARCHITECTES**

53, Avenue Victor Hugo 75116 Paris

Tél.: +33 (1) 45 44 58 45 - E-mail: passionarchitecture@unsa.com - Site: www.unsa.fr

**DIRECTEUR DE LA PUBLICATION:** Jean Michel Woulkoff

**RÉDACTRICE EN CHEF:** Laure-Anne Geoffroy

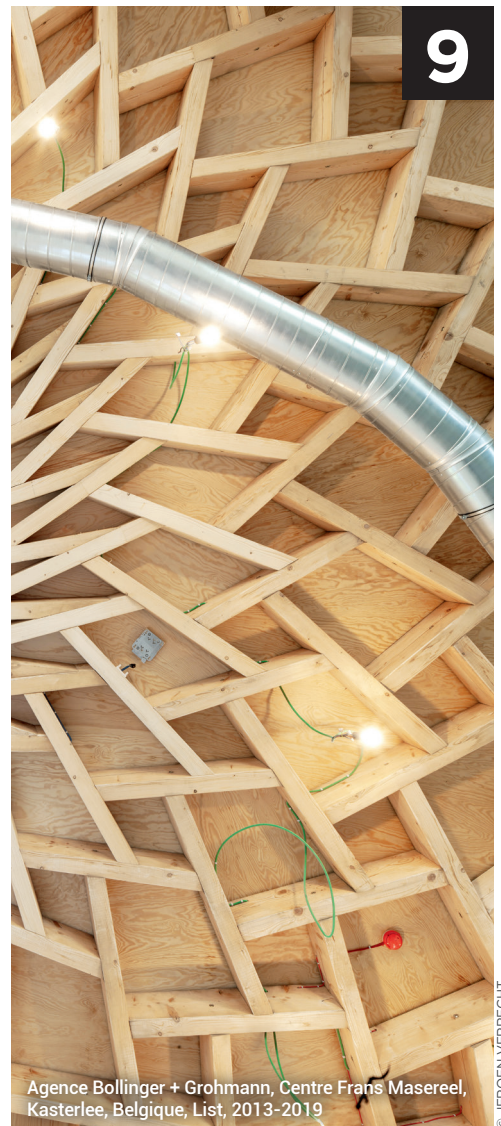
**CONTRIBUTEURS:** Brèves : Éditions PC, Antoine Daudré-Vignier, Laure-Anne Geoffroy - Dossier : Gérard Sénior (directeur), Antoine Daudré-Vignier, Romain Duballet, Alain Chouguiat, David Morales, Xavier Soule, Alain Sevanche - Vie d'agence : Sandie Kate Fenton, Klaas de Rycke - International : Philippe Klein - Infos sociales : Nathalie Briard (illustrations : Nicolas Depoutot) - Vie syndicale : Laure-Anne Geoffroy, Patrick Julien, Didier Prost - L'invité : André Comte-Sponville - Formation : Patrick Anjuère.

**ABONNEMENT** (4 numéros par an) | tél. Unsa: +33 (1) 45 44 58 45

**CONCEPTION ET RÉALISATION:** ÉDITIONS PC - Philippe Chauveau, Christine Blanchet Tél.: +33 (1) 42 73 60 60  
Passion Architecture est une publication de l'organisation Unsa

**RÉGIE COMMERCIALE:** Éditions PC (coordination Christine Blanchet) | La direction se réserve le droit de refuser toute publicité | ISSN: 1637-2735 / Imprimerie: JJ Production

**COUVERTURE:** Agence Bollinger + Grohmann, Centre Frans Masereel, Kasterlee, Belgique, List, 2013-2019  
© Jeroen Verrecht



Agence Bollinger + Grohmann, Centre Frans Masereel, Kasterlee, Belgique, List, 2013-2019

© JEROEN VERRECHT

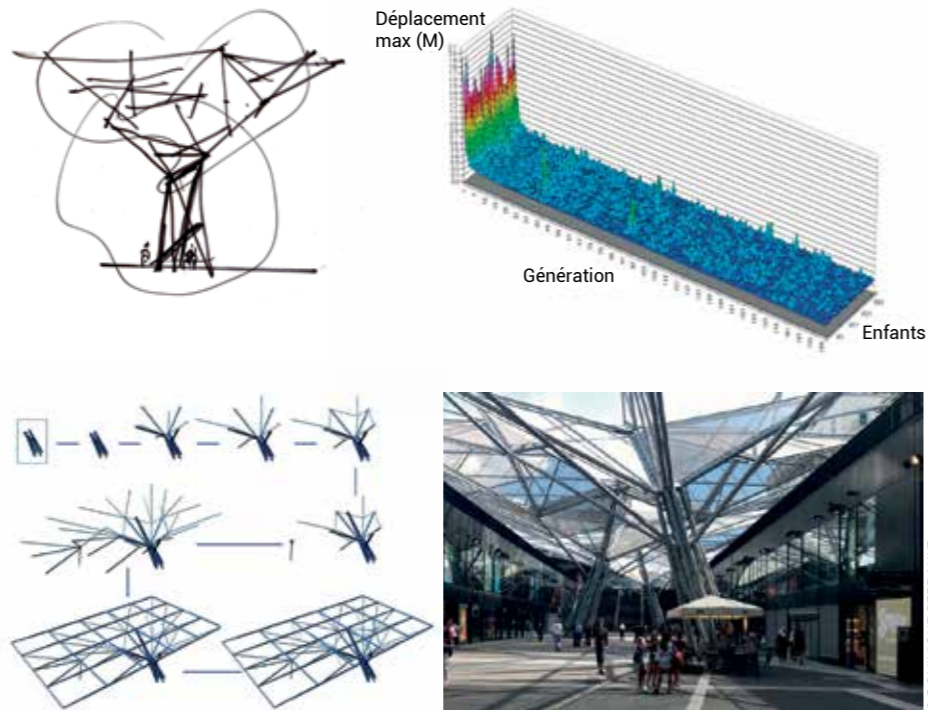
## SOMMAIRE

- 4 **BRÈVES**
- 9 **DOSSIER**  
L'artificielle intelligence ?
- 22 **VIE D'AGENCE**  
Bollinger + Grohmann,  
l'IA au service de l'architecture
- 26 **INTERNATIONAL**  
Intelligence artificielle et évolution  
des pratiques en architecture,  
le regard international
- 30 **INFOS SOCIALES**  
Et l'organisation du travail dans tout ça ?
- 32 **VIE SYNDICALE**  
L'Unsa vous représente /  
Hommage à Michel Rouleau
- 37 **L'INVITÉ**  
André Comte-Sponville
- 39 **FORMATIONS**  
La contractance générale  
Une solution pour faire face à la concurrence
- 41 **CLUB PRESCRIRE**

# Bollinger + Grohmann

## L'IA au service de l'architecture

Depuis sa création il y a près de 40 ans, la passion pour l'architecture de haute qualité et les structures innovantes a motivé Bollinger+Grohmann à rester à la pointe de la technologie en matière d'outils de conception et de procédés de construction. L'entreprise possède une vaste expérience dans la réalisation d'architectures et projets non standardisés, pour laquelle elle a développé de nombreux outils digitaux. Bollinger+Grohmann est également très investie dans l'enseignement et la recherche, visant ainsi la transmission de savoir et de bonnes pratiques et à rendre ses outils accessibles au grand public.



▲ Figure 1 - Stazione Garibaldi, Naples, Italy, Dominique Perrault, 2005-2013

Un des vecteurs importants de nos recherches actuelles s'occupe de l'impact du secteur de la construction sur le changement climatique qui doit être réduit de toute urgence. Dans ce domaine, nous pensons que la digitalisation de notre métier et les leçons qui peuvent être tirées des données caractérisant nos projets représentent un grand potentiel.

**Sandie Kate Fenton,**  
Ingénieure civil architecte -  
doctorante

**Klaas De Rycke,**  
Ingénieur architecte -  
Associé, Gérant de Bollinger  
+ Grohmann

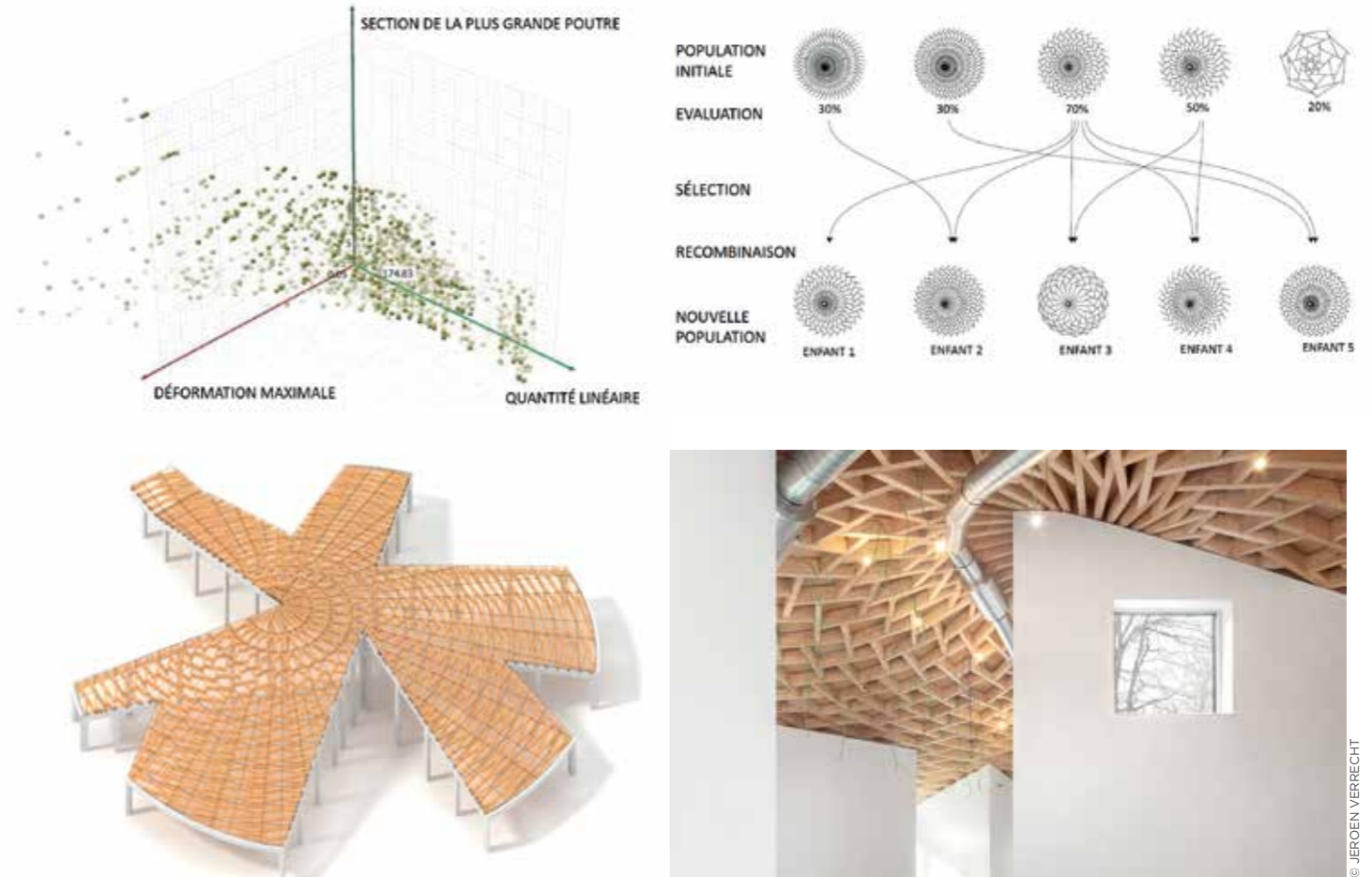
Combinés aux méthodologies d'intelligence artificielle IA, ces développements pourraient permettre d'identifier des solutions économiques, environnementales et sociales et entraîner une amélioration générale du design bâti. Ainsi, après avoir développé des outils paramétriques de dimensionnement structurel, d'optimisation multicritère, et d'analyse de cycle de vie, nous nous intéressons actuellement au développement d'outils faisant usage d'IA principalement pour l'optimisation de paramètres, l'aide à la conception, et le transfert de données.

### L'IA pour l'optimisation de paramètres

Bollinger+Grohmann s'est toujours appliqué à utiliser les outils les plus avancés dans son travail. À l'aube des années 2000, la boîte faisait déjà usage d'outils paramétriques et d'algorithmes génétiques pour générer des géométries com-

plexes et des structures telles que l'auvent du métro à Naples. (Fig 1) Le potentiel démontré par ces technologies a rapidement motivé le développement d'outils au sein de la boîte, pour répondre aux besoins grandissants.

Ainsi, un projet de recherche en collaboration avec Bollinger+Grohmann a permis le développement de *Karamba3D*, un outil interactif de conception par éléments finis. Directement intégré au sein d'un logiciel de conception assisté par ordinateur, il a été développé pour fluidifier les échanges entre ingénieurs et architectes. L'outil permet de modéliser des structures de façon entièrement paramétrée en définissant au préalable une géométrie et des paramètres structurels. Ceci permet de comparer rapidement de nombreuses solutions et de procéder à une optimisation manuelle et informée de la structure. Pratique courante dans



▲ Figure 2 - Centre Frans Masereel, Kasterlee, Belgique, List, 2013-2019

notre bureau, cette méthodologie est également suivie par des étudiants et praticiens dans le monde entier.

Ensuite, cette collaboration a permis le développement d'*Octopus*, un outil interactif de conception permettant de réaliser des optimisations multicritères. Ainsi, des solutions peuvent être trouvées répondant simultanément à des critères structurels, constructifs, esthétiques, et ce de façon paramétrique et adaptables. L'outil constitue un support pour échanger avec architectes, ingénieurs, entrepreneurs et permet d'intégrer leurs besoins combinés. Cette méthodologie a été appliquée lors de la conception de la toiture réticulée du projet *Kasterlee*. L'algorithme a permis de suggérer des géométries d'assemblages et agencements d'éléments pour limiter les déformations, sections et linéaires des poutres en bois. (Fig 2)

Malheureusement, les optimisations réalisées sont spécifiques à chaque projet, et les apprentissages réalisés par les algorithmes sont difficilement transmis d'un projet à un autre. De plus, lorsqu'il y a beaucoup de critères à intégrer, les paramètres deviennent difficiles à comparer, et il est laborieux de se promener à travers l'espace de solutions.

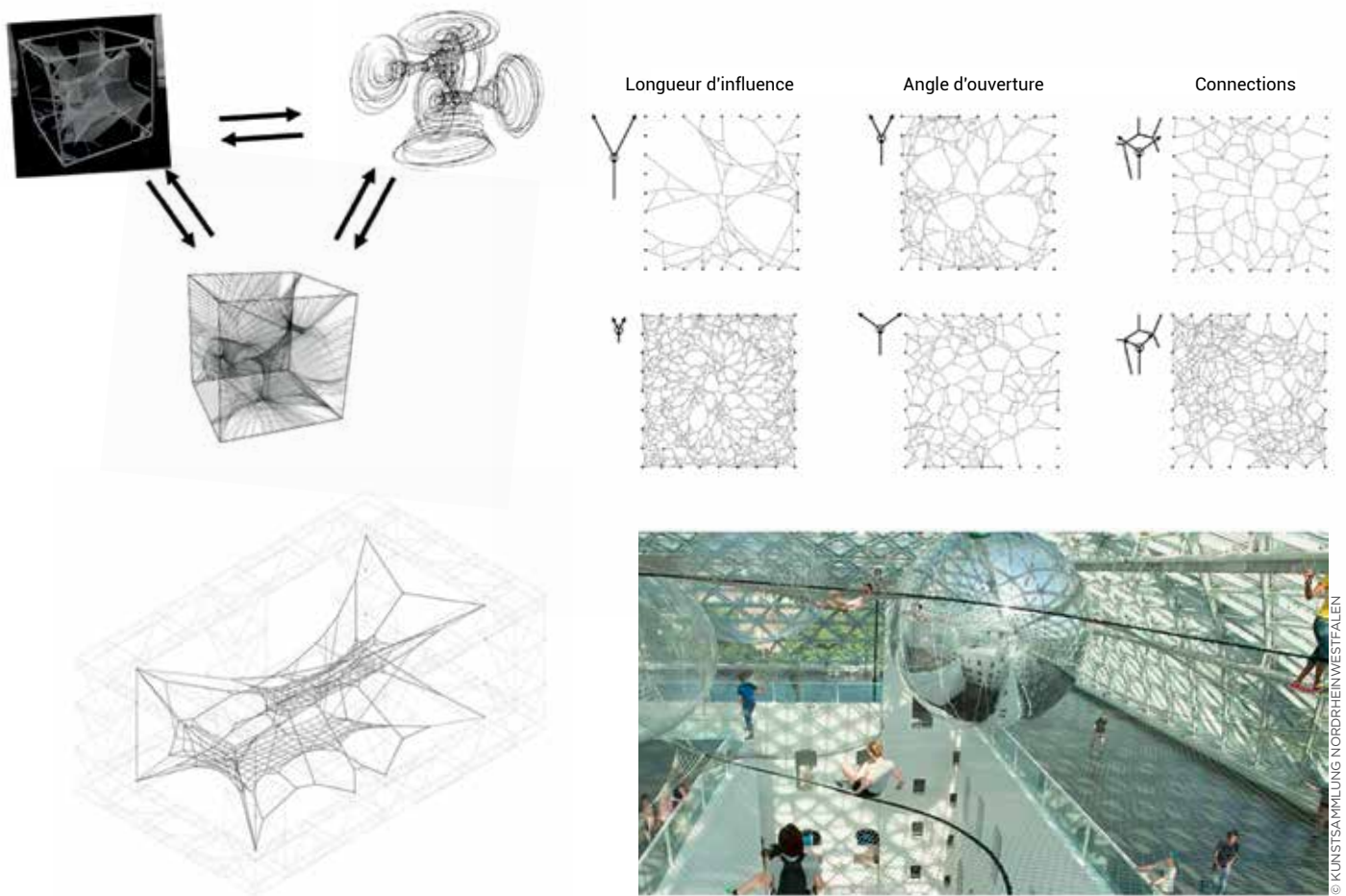
“ La digitalisation de notre métier et les leçons qui peuvent être tirées des données caractérisant nos projets représentent un grand potentiel. ”

L'idée est venue de recourir à l'IA pour gérer cette complexité. Récemment intégrées au plug-in *Octopus*, ces fonctions ont permis de réaliser des optimisations des treillis bien plus rapides qu'avec une méthode classique.

### L'IA pour l'aide à la conception

Bien entraîné, un algorithme profond d'IA est capable d'apprendre et de reproduire des styles et typologies diverses. Dans un projet avec l'artiste *Tomás Saraceno*, nous nous sommes intéressés à la génération de maillages inspirée par des toiles d'araignées. Chaque toile est constituée d'une séquence que nous avons pu identifier, reproduire et étendre à différents contextes avec un périmètre défini et des critères donnés.

Nous avons entraîné des agents artificiels à reproduire les topologies de ces toiles en suivant des tracés, l'objectif



▲ Figure 3 - *In Orbit*, K21 / Düsseldorf, Allemagne, Tomás Saraceno, 2011 à 2013

étant de créer une interaction cyclique et continue, entre esquisse humaine, dessin numérique et analyse structurelle. La collaboration avec l'artiste a conduit à la réalisation d'une œuvre d'art traversante dont la structure est faite de câbles tendus. (Fig 3)

Si l'IA permet de concevoir des projets avec des matériaux et principes hautement complexes, elle offre également des solutions pour des constructions standardisées, et dont la difficulté relève de l'agencement des éléments. Nous avons investigué cette application lors d'un *workshop* avec le projet **REFLOW**, adressant la construction de structures avec des éléments en bois réutilisés. L'objectif était d'automatiser la conception d'un pavillon à partir d'un stock d'éléments et en vue de minimiser son empreinte carbone. Un algorithme de tri nous a permis de sélectionner les éléments correspondant au mieux aux caractéristiques matérielles et structurelles requises. Les caractéristiques des éléments du stock ont été obtenues automatiquement grâce à des scans.

### L'IA pour l'analyse de données

Aujourd'hui, l'apprentissage automatisé et les réseaux de neurones sont des domaines de l'IA en pleine expansion. Dans un monde régi par les données, leurs applications permettent d'identifier des tendances et de prédire des résultats dans des contextes très divers. Afin de fournir des résultats précis, ces réseaux profonds doivent s'entraîner avec un nombre élevé de données, qui doivent, au préalable être rassemblées de façon homogène. Nous avons mis en place une base de données rassemblant les projets de l'agence en vue d'identifier des stratégies constructives et des paramètres permettant de réduire leur empreinte carbone. Cependant, la diversité de fichiers, supports et méthodes de travail rend l'automatisation de cette tâche difficile. Pour effectuer des études à plus grande échelle et faire progresser la recherche, il serait intéressant de mettre en place une collaboration entre bureaux d'architectes et ingénieurs afin de procéder à un regroupement des don-

nées existantes et une uniformisation de leur encodage.

### Le potentiel de l'IA chez Bollinger + Grohmann

L'intégration de l'IA dans nos méthodologies est directement alignée avec les développements technologiques successifs de notre agence. Son potentiel nous a été démontré au travers des études réalisées, que ce soit pour fournir des paramètres optimisés, accompagner dans la conception de structure ou faciliter la visualisation de données. Cependant, d'avantages de données doivent être assemblées pour améliorer ses résultats et ses applications doivent être affinées pour avoir une portée utile. Enfin, nous gardons un esprit critique face à cette nouvelle technologie et la considérons, à l'image d'un jeune apprenti inexpérimenté, comme une source d'idées prometteuses, mais qui peuvent être dépourvues de bon sens. Chez Bollinger+Grohmann, l'IA constitue un support, permettant d'explorer des options et d'automatiser des tâches, et qui vient renforcer notre expérience et créativité.