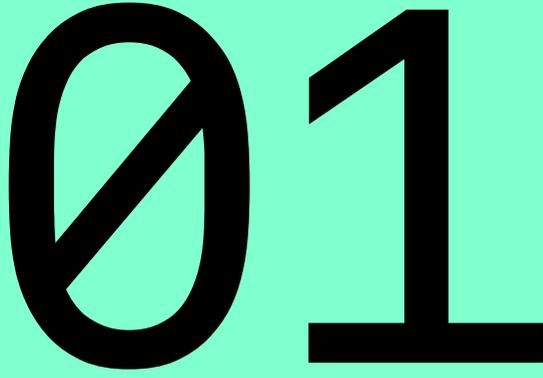


MO DUL R

MODUL R: C'EST QUOI?



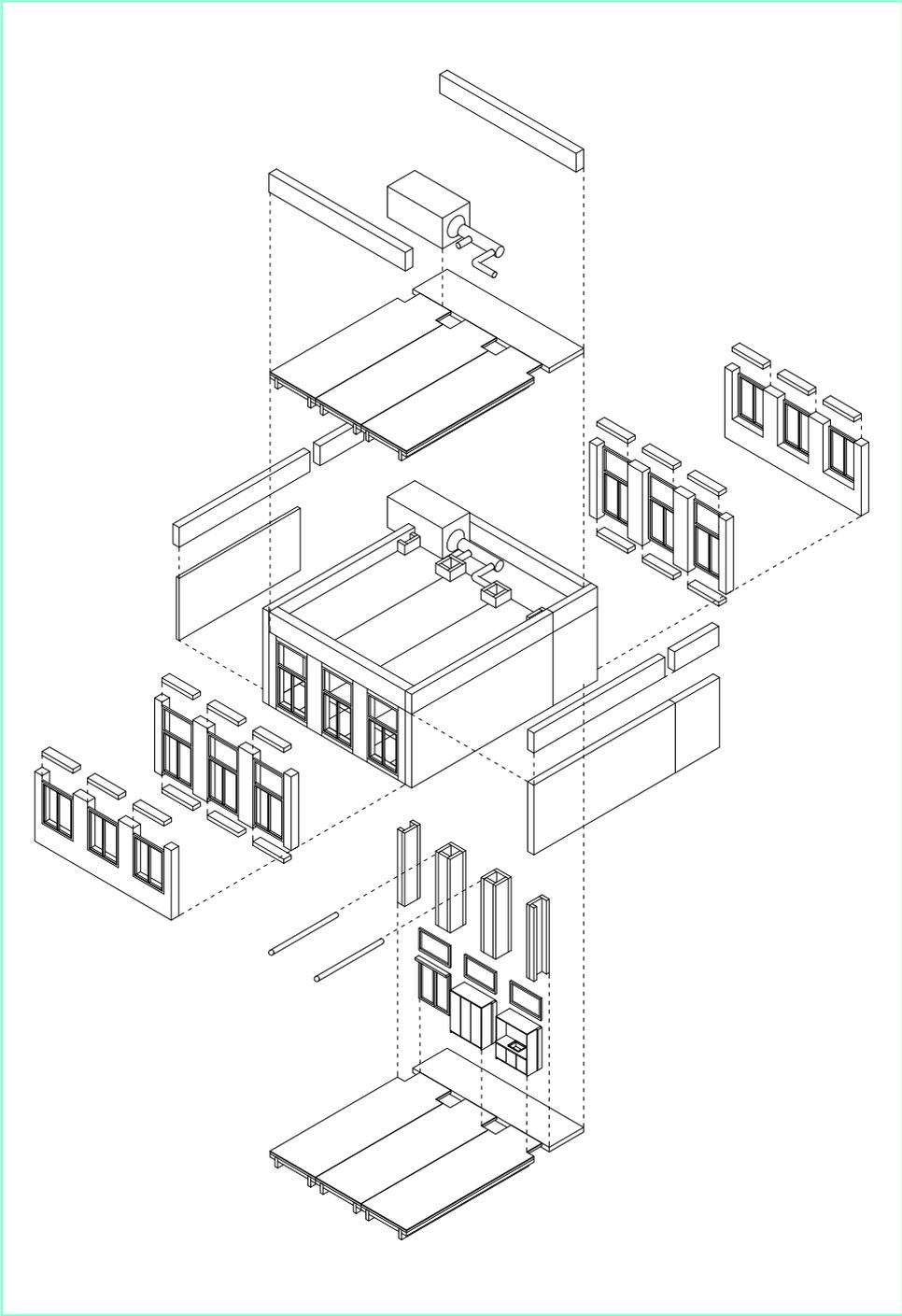
01 MODUL R: C'EST QUOI? 1

02 MODUL R EN TROIS GRANDS PRINCIPES 11

03 UN « MOCKUP » POUR ÉPROUVER MODUL R 21

04 UN VADE-MECUM POUR S'APPROPRIER L'OUTIL 27

MODULR, c'est tout simplement un système modulaire de construction préfabriquée d'écoles en bois que la Fédération Wallonie-Bruxelles (FW-B) met à disposition de l'ensemble des pouvoirs organisateurs de l'enseignement.



UN LEVIER POUR RÉPONDRE AUX DÉFIS D'AUJOURD'HUI

Issu d'un long travail de recherche, MODUL R intervient alors que le parc immobilier scolaire francophone est soumis à une pression et doit faire face à des urgences et des défis sans précédent.

Cette pression est en premier lieu quantitative. Si le « boom démographique » qui a touché nombre de bassins scolaires tend peu à peu à s'amenuiser et les besoins en création de places à s'atténuer, la nécessité de constructions neuves demeure cruciale, ne serait-ce que pour remplacer un nombre encore très important d'infrastructures inadaptées. Il suffit de penser aux coûts exorbitants et au statut précaire des modules actuellement en location ou encore à la fin de vie des systèmes préfabriqués hérités des années 1960 (les fameux « RTG »).

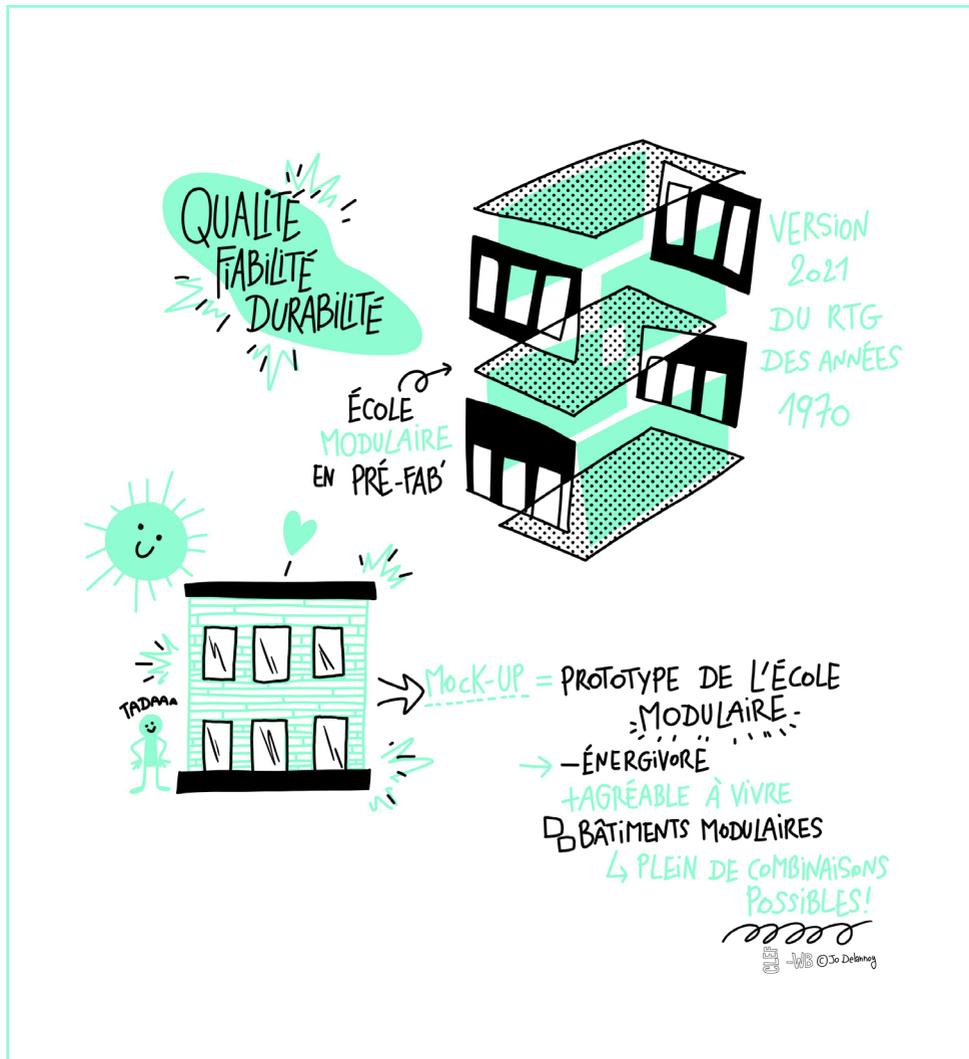
Mais l'urgence se présente également au niveau de la performance et de la qualité même des infrastructures scolaires, à la rencontre de deux principaux enjeux. Le premier est bien évidemment celui de la transition climatique et environnementale. À l'instar des

autres entités fédérées, la FW-B s'est officiellement engagée à tenir et porter les objectifs belges et européens en matière de réduction des gaz à effet de serre (GES) pour diminuer au maximum l'impact des activités humaines sur le changement climatique devenu réalité. Au niveau des bâtiments, ces ambitions posent une série de défis : en matière de consommation et production d'énergie, de confort thermique, de ventilation, d'utilisation de matériaux locaux et à faible impact environnemental, etc. Le second enjeu tient à l'évolution des pratiques éducatives en elles-mêmes. La mise en œuvre progressive du **Pacte pour un enseignement d'excellence** (élaboré entre 2015 et 2017) n'est pas sans incidence sur la manière de penser les différents lieux d'enseignement. Au-delà de nouveaux besoins, le renouvellement des dynamiques d'enseignement demande souplesse, adaptation et nuance dans la manière de concevoir les écoles aujourd'hui.

Ces enjeux de transition climatique et d'évolution pédagogique ont été au cœur du « CLEF-WB », le chantier des bâtiments scolaires en Fédération

Wallonie-Bruxelles. Entre 2020 et 2022, ce vaste programme de réflexion et de co-construction avec les acteurs·rice·s concerné·e·s par les lieux d'enseignements francophones a permis d'analyser les difficultés et contraintes, mais aussi les opportunités que représentent ces deux défis. Et ce, sans en oublier un troisième de taille : celui des ressources financières limitées dans un contexte demandant aux porteur·euse·s de l'action publique de plus en plus d'inventivité.

À l'articulation de ces trois conditions (climatique, pédagogique et financière), les conclusions du CLEF-WB invitent à développer de nouvelles ressources pour concevoir et construire les lieux d'enseignements de demain.



UN SYSTÈME POUR REPENSER LA PRÉFABRICATION À L'AUNE DE LA DURABILITÉ

À sa façon et à sa mesure, MODULR répond à cette invitation et intègre l'ensemble de ces conditions. On pourrait même dire qu'il les a anticipées, étant le fruit d'un travail de longue haleine porté sur plusieurs années. Ce système a effectivement été mis au point dans le cadre d'une recherche – développement de haut niveau initiée et financée par la FW-B et menée par un consortium rassemblant bureaux d'études, laboratoires universitaires et partenaire industriel. Cette recherche a été directement articulée à un projet-pilote porté par les services de Wallonie-Bruxelles Enseignement : la reconstruction, à partir de ce système, de la section fondamentale de l'Athénée royal de La Louvière. Ces deux volets – recherche et projet-pilote – se sont ainsi alimentés, tout au long de leurs développements respectifs, pour conduire au système MODULR.

MODULR révolutionne les systèmes de préfabrication classiques tout en conservant leurs avantages en matière de rapidité de mise en œuvre. L'école, avec ses espaces pouvant être aisément dupliqués (les classes), se prête bien à la modularité. Cette dernière permet une systématisation de la composition des plans d'un bâtiment qui offre une économie – en temps et en argent – des études architecturales et techniques, sans pour autant perdre

en créativité. La modularité permet également une standardisation de la production et donc la préfabrication. Cette préfabrication réduit le temps de chantier – et donc l'inconfort et le coût de bâtiments provisoires, mais également les coûts de production – à partir du moment où la production est effectuée en série.

MODULR s'avère particulièrement performant en matière énergétique, structurelle, thermique, acoustique, mais aussi environnementale. En effet, outre les avantages de la préfabrication, ce système permet de construire des bâtiments pérennes, conçus pour durer dans le temps à l'instar d'un procédé constructif classique. Il constitue donc un véritable investissement à long terme pour un pouvoir organisateur.

MODULR, enfin, offre des espaces de vie qualitatifs. Autrement dit, des espaces fonctionnels, proportionnés de façon juste, propices à diverses activités, baignés de lumière naturelle, chaleureux, et soignés dans leurs détails. Ce système permet une diversité de configurations et d'agencements spatiaux, pouvant répondre aux besoins d'un établissement scolaire, s'inscrire dans leur contexte spécifique et faire de chaque école un lieu unique doté de sa propre identité.



Projet-pilote - Athénée royal de La Louvière.

UN OUTIL SOUPLE POUR UN PROGRAMME SCOLAIRE PRÉCIS

MODUL R est destiné à la conception et la construction de lieux d'enseignement. Le système a été développé pour répondre de manière optimale aux besoins de l'enseignement fondamental (maternel et primaire) ordinaire.

Au départ d'une analyse approfondie de bâtiments et programmes d'école existants, les différents éléments composant ce système ont été calibrés pour répondre aux normes en vigueur par rapport à ce type d'enseignement et aux populations que ce programme scolaire est voué à accueillir. La possibilité d'utiliser ce système pour d'autres types d'enseignement (spécialisé, secondaire, école de tronc commun, etc.) reste envisageable, moyennant des vérifications et études complémentaires.

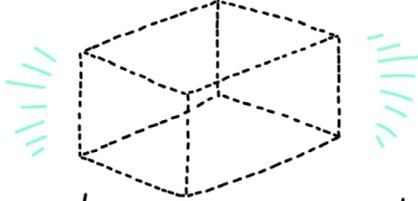
Considérant les dynamiques pédagogiques et sociales des établissements scolaires, le système a été étudié de manière à offrir un maximum de flexibilité dans la composition des espaces : surfaces de circulation généreuses, taille et proportion carrée des classes, etc.

Cette souplesse permet à MODUL R de répondre aux besoins présents (référentiels du tronc commun, inclusion des élèves à besoins spécifiques, etc.), mais aussi futurs, moyennant une utilisation avérée.

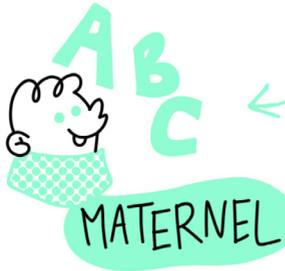
En effet, ce système modulaire de construction préfabriquée demande, comme tout outil, à être manipulé par des mains expertes. Son utilisation vise à simplifier, accélérer et optimiser la construction d'une école, mais ne dispense pas des études architecturales et techniques. Celles-ci doivent être menées par des spécialistes de la conception et de la construction (architectes, bureaux d'études techniques, etc.).

Pour toutes ces raisons, MODUL R est un outil souple à destination des architectes au service d'un pouvoir organisateur et d'un établissement scolaire. C'est ensemble que commanditaire, utilisateurs et auteur de projet pourront développer un projet d'école unique et adéquat.

Un module = une classe



Le système Modul R répond de manière optimale aux besoins de l'enseignement fondamental ordinaire



$$\begin{aligned} 2 \times 2 &= 4 \\ 4 \times 2 &= 8 \\ 8 \times 2 &= 16 \end{aligned}$$

PRIMAIRE



Les espaces sont modulables en fonction des besoins.



OU



MODUL R EN TROIS GRANDS PRINCIPES

02

02 MODUL R EN TROIS GRANDS PRINCIPES 11

03 UN « MOCKUP » POUR ÉPROUVER MODUL R 21

04 UN VADE-MECUM POUR S'APPROPRIER L'OUTIL 27

MODULARITÉ

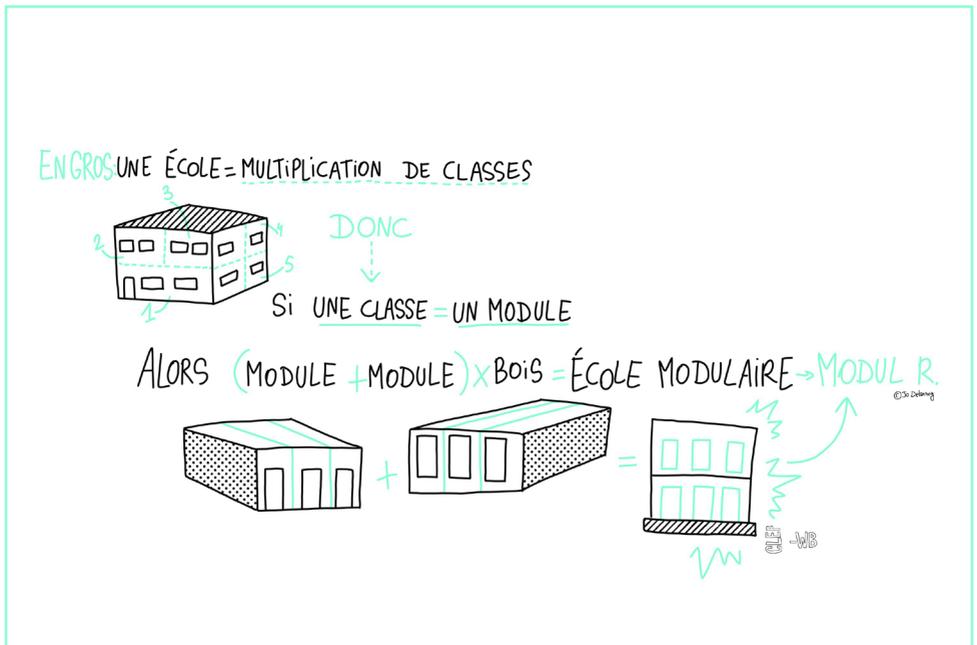
CONCEVOIR UNE ÉCOLE PAR MODULES

Le système MODULR repose sur un concept simple : la définition de modules types dont la répétition et l'association permettent de composer les différents espaces d'une école.

Le module principal correspond à une salle de classe. L'association de plusieurs modules ou le fractionnement d'un seul permet, dès lors, de créer les autres espaces de l'école (demi-classes, salles polyvalentes, locaux administratifs, etc.). Deux autres types de modules - l'un destiné aux circulations horizontales (couloirs) et l'autre aux circulations verticales (escaliers et ascenseurs) - complètent le système pour permettre de composer des écoles complètes.

Chaque module principal est prévu pour être techniquement autonome, que cela soit sur un plan structurel (auto-stabilité), au niveau du confort thermique (production de chaleur indépendante) ou au regard de la ventilation (renouvellement de l'air).

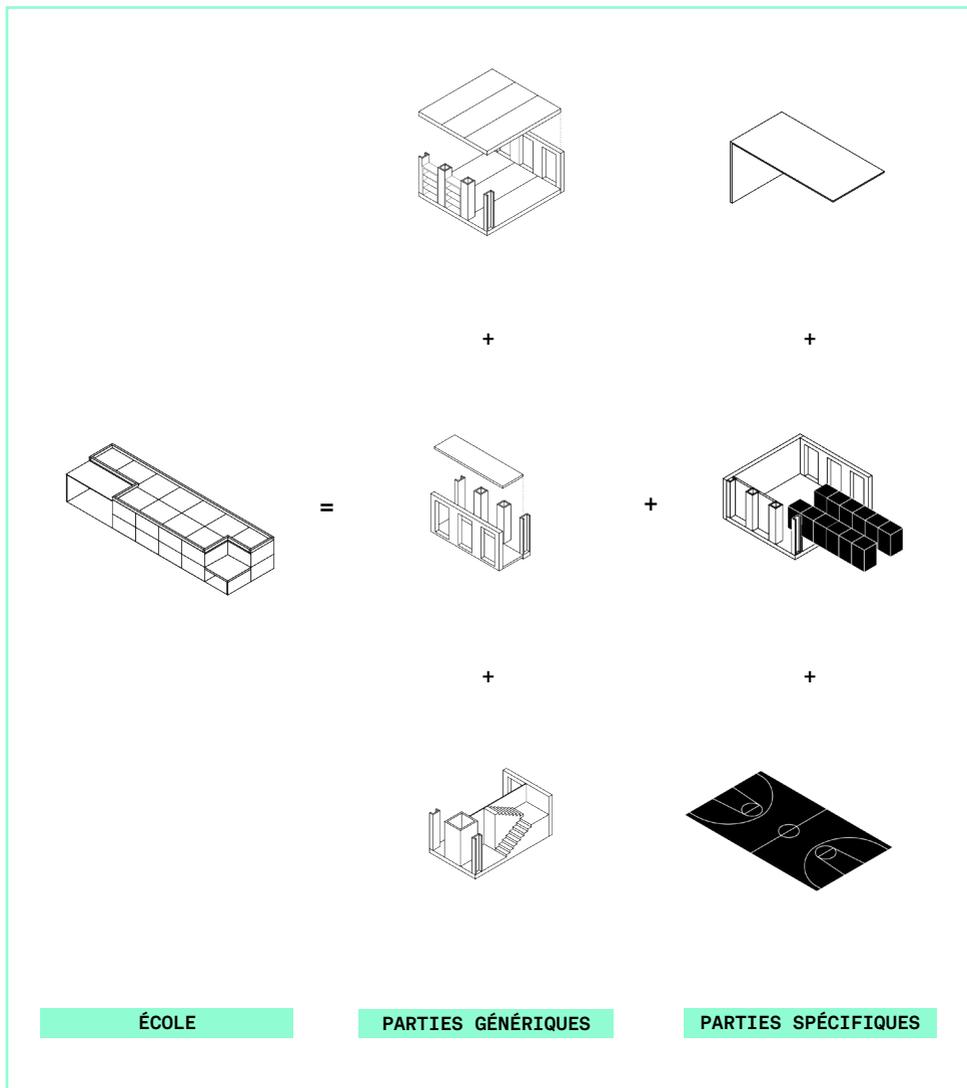
L'alliance entre association/fractionnement et autonomie technique des modules offre une grande liberté à l'architecte pour développer un projet d'école. La modularité dont il est question se joue ainsi au niveau de la conception même du bâtiment.



AJOUTER DES ESPACES SPÉCIFIQUES

Grâce à leur flexibilité et leurs propriétés techniques, les modules permettent de produire la grande majorité des espaces d'un programme scolaire d'enseignement fondamental. Certains espaces aux propriétés techniques ou spatiales spécifiques (équipements sportifs, cuisines

industrielles, conciergeries, préaux, terrasses, etc.) ne pourront cependant pas être construits via ce système. Ils feront l'objet de procédés constructifs « classiques » en complément du système MODUL R.



PRÉFABRICATION

CONSTRUIRE UNE ÉCOLE PAR ÉLÉMENTS PRÉFABRIQUÉS

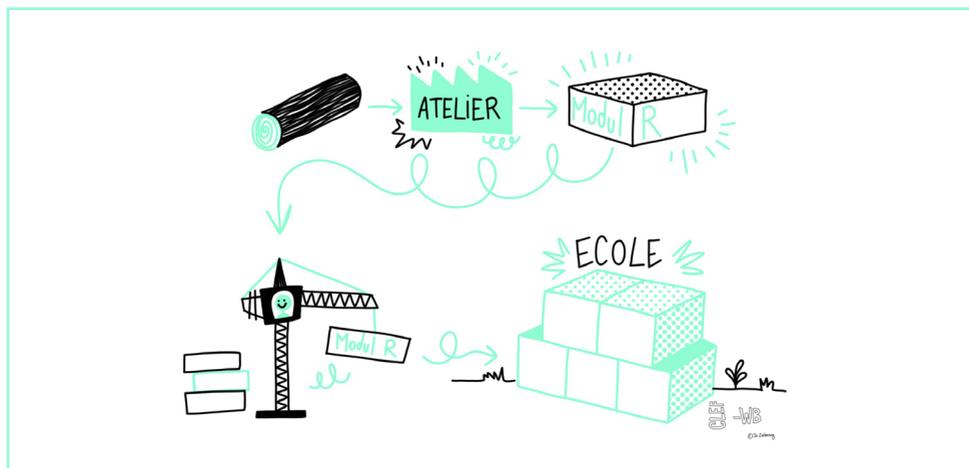
Le système MODULR repose sur un procédé constructif simple : la préfabrication en atelier comme moyen d'atteindre un optimum entre trois paramètres clés que sont le temps, le coût et la qualité de la construction d'une école.

Cet optimum tient à un équilibre entre plusieurs objectifs : permettre une économie dans les études architecturales et techniques, faciliter la construction des composants en usine ainsi que leur transport vers le chantier, réduire la durée du montage et de chantier autant que possible, maintenir des coûts de construction réduits.

Le système de préfabrication en atelier de MODULR atteint ces objectifs, en intégrant plusieurs principes cruciaux : l'optimisation de la structure (calculée pour permettre différents types de compositions), la répétition des éléments (pensée pour faciliter et maximiser la production en atelier), la taille de ces éléments (dictée par des

impératifs de production, mais aussi par les gabarits de transport), et les typologies d'assemblages (réduits au minimum pour faciliter le montage sans supports provisoires).

Le matériau de construction de MODULR est le bois. Ce dernier a été choisi pour des raisons écologiques (usage d'essences certifiées et/ou produites localement, absence de traitement polluant, etc.), socio-économiques (soutien à l'économie régionale) et techniques (préfabrication aisée et montage « à sec »). Le bois offre également de grandes qualités spatiales et d'ambiance (confort thermique et visuel). C'est la raison pour laquelle le système a été pensé de manière à pouvoir conserver le bois apparent dans les finitions intérieures. Les finitions extérieures (enveloppe du bâtiment) peuvent quant à elles être réalisées dans différents matériaux (bois, briques, enduits, etc.).





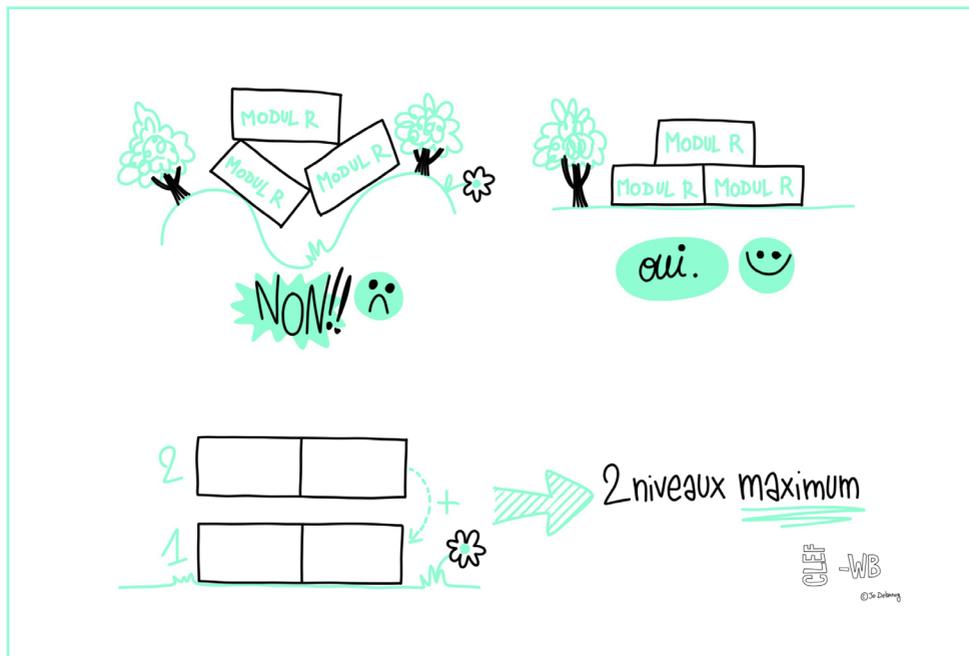
UN DOMAINE D'APPLICABILITÉ LE PLUS LARGE POSSIBLE

Avec son optimum de coût, de délais et de qualité, le système de préfabrication de MODUL R vise à couvrir les situations les plus variées possible. Tous les contextes ne se prêtent toutefois pas à cette solution constructive, la préfabrication n'allant jamais sans certaines contraintes.

Au niveau des sites d'implantation, le domaine d'applicabilité du système est dicté par les impératifs de transport et de montage aisés des éléments préfabriqués. MODUL R est ainsi adapté aux sites plats, relativement généreux en termes de taille et sans difficulté majeure d'accès. La réunion de ces trois critères permet de conserver l'optimum de la préfabrication telle que proposée ici. Toute autre configuration demandera soit un ajustement du système pour répondre au dénivelé, soit des efforts complémentaires en termes de transport

et de montage, ce qui aura une incidence sur le coût global du projet.

Au niveau de la hauteur des bâtiments, le système MODUL R permet de concevoir des édifices de maximum deux niveaux (rez-de-chaussée + 1 étage) dans un souci d'optimisation des moyens structurels et de simplification de la réponse en matière de normes de prévention incendie (catégorie des « bâtiments bas »). Alors que la plupart des écoles préfabriquées existantes (p. ex., les systèmes RTG) s'avèrent limitées à un seul niveau de plain-pied, MODUL R permet donc tout de même de doubler les surfaces disponibles.



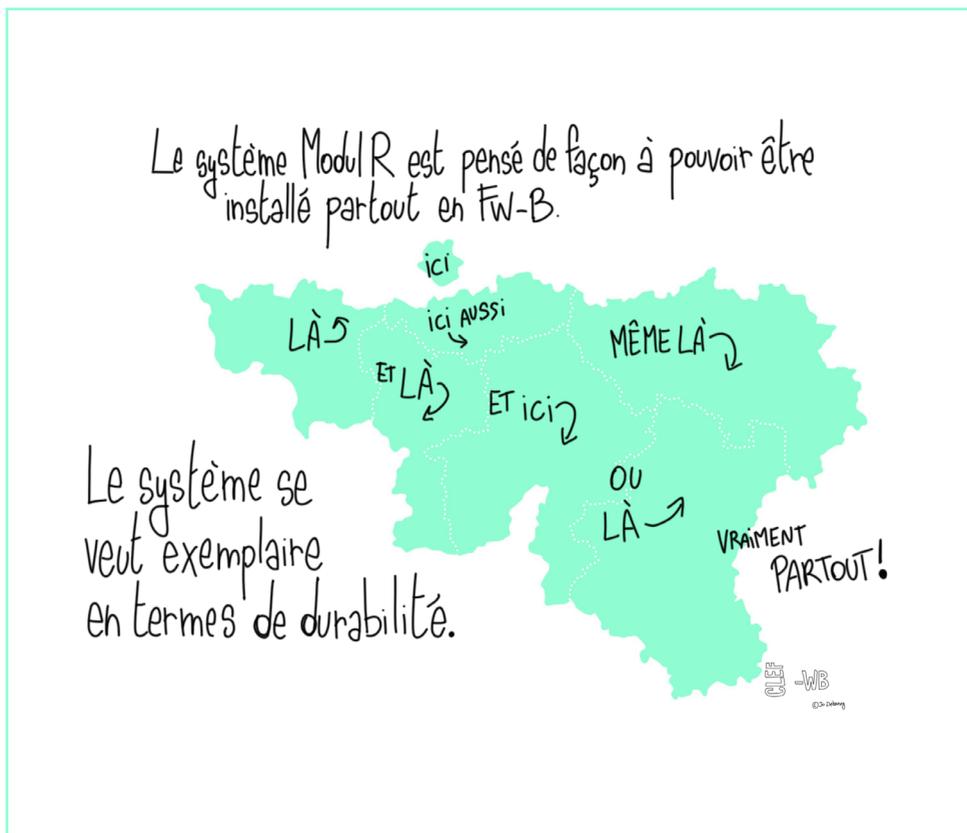
PERFORMANCES

RÉPONDRE AUX EXIGENCES ACTUELLES ET FUTURES

Le système MODULR apporte aux concepteurs d'école les meilleures performances et toutes les garanties qui soient au regard des normes et exigences du milieu de la construction scolaire.

Afin de rendre le système généralisable à tout le territoire de la FW-B, les règles les plus contraignantes ont à chaque fois été prises en compte dans

sa mise au point, que celles-ci soient européennes, fédérales, régionales, ou locales. Répondant aux exigences actuelles, MODULR se veut surtout exemplaire en matière de durabilité et anticipe l'évolution des réglementations en la matière (p. ex., en matière d'économie circulaire).



UN BREF APERÇU DES PERFORMANCES DE MODUL R

Un confort acoustique optimal. Parce qu'une bonne acoustique est essentielle à la qualité du climat scolaire.

Une stabilité à toute épreuve. MODUL R s'aligne sur les normes européennes ainsi que sur les normes parasismiques des zones de risques les plus défavorables en Belgique (provinces du Hainaut et de Liège).

Une saine réponse au risque incendie. Alors que les normes en matière d'incendie sont particulièrement contraignantes pour l'accueil d'une jeune population scolaire, MODUL R relève un sacré défi en faisant du bois, dont les qualités environnementales et esthétiques sont indéniables, son matériau principal.

Un confort thermique idéal et de l'air de qualité pour apprendre et étudier. Le système MODUL R a été conçu pour offrir des températures et une qualité de l'air idéales aux activités scolaires tout en limitant les déperditions thermiques.

Une lumière naturelle abondante. Parce que la lumière est une composante essentielle de la qualité d'un lieu et du confort de ses occupants, MODUL R maximise l'éclairage naturel et le complète par un éclairage artificiel performant.

Une économie circulaire anticipée. MODUL R permet une évolution des usages et occupations dans le temps et facilite l'inscription du projet au sein d'une économie circulaire (limitation du nombre de matériaux utilisés, possibilité de recours à des matériaux résistants et à impact environnemental moindre, choix de solutions constructives simples, etc.). Tout ceci contribue à faire de MODUL R un système de préfabrication non seulement performant, mais aussi responsable envers l'environnement.



UN « MOCKUP » POUR ÉPROUVER MODUL R

03

UN « MOCKUP » POUR ÉPROUVER MODUL R

21

UN VADE-MECUM POUR S'APPROPRIER L'OUTIL

04

27

Afin de mettre le système MODUL R à l'épreuve, un « mockup », autrement dit une maquette à taille réelle, a été construit à Mariembourg, dans les usines du partenaire industriel de l'équipe de recherche. Ce prototype met en œuvre deux modules de classes et deux modules de couloir superposés, flanqués d'un tiers de module accueillant une cage d'escalier.

La construction de ce mockup a permis de vérifier la pertinence des choix opérés dans la mise en place du système, que cela soit au regard de la qualité des espaces, des modes de préfabrication envisagés, ou de la performance technique du système.

De nombreux essais et observations ont été réalisés sur le module au niveau de l'architecture, de l'acoustique, des techniques spéciales (chauffage, ventilation, etc.), de la stabilité ou encore au niveau de la circularité du système.

La réalisation de ce mockup a permis d'ajuster les caractéristiques des modules et de leurs éléments constitutifs et de les optimiser en vue de constructions futures, et en particulier celle du projet-pilote de l'Athénée royal de La Louvière. La reconstruction de la section fondamentale de cet établissement constituera le premier prototype d'école conçue avec le système MODUL R.

Inauguré en juin 2021, le mockup est quant à lui ouvert aux visites pour un public désireux de voir, d'un peu plus près, ce qu'un module préfabriqué MODUL R représente en réalité¹.

¹ Pour toute demande de visite du mockup, contacter directement la société Stabilame : info@stabilame.be.







UN VADE-MECUM POUR S'APPROPRIER L'OUTIL

04

Développé sur base de financements publics, à l'initiative d'un pouvoir public et pour une mission d'utilité publique, MODUL R est un outil qualitatif et performant au service des citoyens. Dès à présent, cet outil est mis à disposition et un vade-mecum est là pour accompagner sa mise en œuvre.

CONDITIONS D'UTILISATION DE MODUL R

Le vade-mecum permet de développer un projet d'école MODUL R de sa conception (études de faisabilité, inscription dans un site, composition des plans, etc.) à sa mise en œuvre (préparation du dossier d'exécution, rédaction des clauses techniques du marché de travaux, conseil au suivi d'exécution, etc.).

Le recours au système MODUL R est soumis à des conditions régies par la copropriété intellectuelle de MODUL R partagée par la FW-B et le consortium.

Ces conditions sont reprises à la première page de chaque volume composant le vade-mecum.

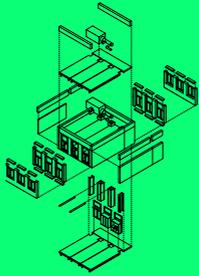
Bien évidemment, faire appel au système MODUL R n'exempte en rien les porteurs d'un projet d'infrastructures, maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre, de leurs responsabilités légales et pénales. Celles-ci demeurent pleines et entières et la FW-B ne peut être tenue responsable.

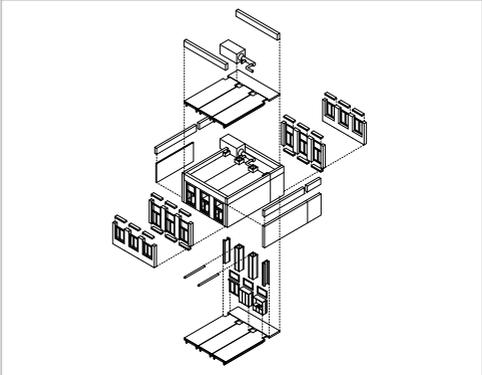
DÉCOUVRIR MODUL R PAS À PAS

Produit par l'équipe de conception du système elle-même, le vade-mecum permet à tout opérateur de réaliser sa propre école au départ du système MODUL R. Structuré en trois volumes, il en permet une découverte et une appropriation progressive. La rédaction adopte un degré croissant de complexité, partant d'une approche générale pour aller

vers une description de plus en plus détaillée en termes techniques.

Au fil de ces trois volumes, l'équipe de conception d'un projet pourra découvrir, s'appropriier pas à pas, le système MODUL R et être en mesure de concevoir son propre projet d'école préfabriquée, durable et de haute qualité.

MO D U L R											<p>MATADOR – KIS STUDIO Gresch Stang Daidalos Peutz GOSPE UCLouvain (Architecture et Génie + Structures & Technologies) Avec Stalilme como partenaire industriel.</p> 
VADE-MECUM											

<p>INTRODUCTION</p> <p>Le système MODUL R est le résultat d'une mission de recherche/conception qui vise la construction de nouveaux établissements d'enseignement fondamentaux préfabriqués en Fédération Wallonie-Bruxelles. Cette mission a été initiée et est suivie par la PwO – Cellule architecture, en collaboration avec la Direction générale des bâtiments et de la logistique de WBE.</p> <p>La mission propose deux volets complémentaires : une recherche appliquée et une mise en œuvre de ses résultats dans un projet-pilote pour l'Athénée royal de La Louvière.</p> <p>Produit par l'équipe de conception du système elle-même, le présent vade-mecum permet la reproductibilité du modèle par tout architecte et toute entreprise. Structuré en trois volumes, il offre la possibilité de réaliser sa propre école au départ du système MODUL R.</p> <p>Les grands principes sont présentés dans la brochure introductive accompagnant le vade-mecum.</p>	<p>20 / 136</p>	<p>TABLE DES MATIÈRES</p>
		

VOL. 1 – COMPOSITION

Le premier volume est un outil directement mobilisable dans le cadre d'un nouveau projet d'école. Partant d'un programme scolaire, il introduit les étapes de base qui permettent de passer d'une demande en mètres carrés à des espaces de qualité grâce au système MODULR. Les enseignements de ce volume peuvent être utilement testés avec le « Jeu MODULR », outil ludique élaboré pour permettre à tout un chacun de composer sa propre école au départ du système.

VOL. 2 – CONSTITUTION

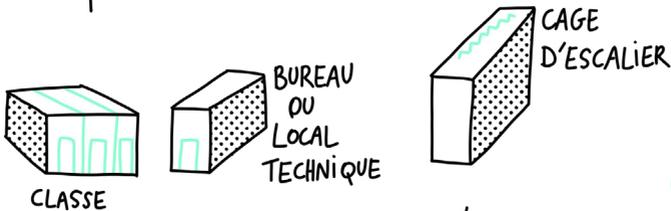
Le deuxième volume invite les techniciens à entrer dans « la boîte noire » de MODULR pour comprendre de quoi et comment il est exactement constitué. Structuré selon les trois échelles du système (ensembles, modules, éléments), il développe ses caractéristiques techniques et détaille ses performances.

VOL. 3 – CONSTRUCTION

Le troisième volume permet à tout architecte de concrétiser la réalisation d'une nouvelle école MODULR telle que composée. Il reprend les éléments de dessin appropriables par l'auteur de projet et un modèle de cahier des charges de marché public de travaux pouvant être soumis aux entreprises.

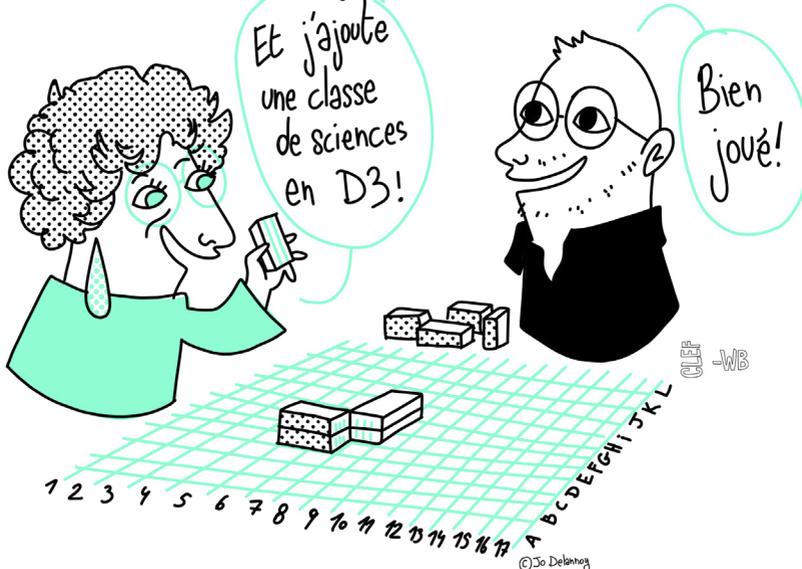
Le vade-mecum est disponible en format numérique sur le site Web de la Cellule architecture : www.cellule.archi

Les architectes ont créé un jeu de cubes pour concevoir les futures écoles Modul R.



un cube
un module

Ainsi, la disposition des modules se pense comme un jeu sur un plan quadrillé!



La recherche est menée par une équipe multidisciplinaire alliant bureaux d'études, centres de recherche et partenaire industriel :

- **Architecture** : Matador – KIS studio
- **Ingénieur en stabilité** : Greisch
- **Ingénieur en techniques spéciales** : Détang
- **Acoustique** : Daidalos Peutz
- **Signalétique** : COAST
- **Recherche universitaire** : UCLouvain (Architecture et Climat + Structures et Technologies)
- **Partenaire industriel** : Stabilame

Informations :
cellule.archi@cfwb.be

MODUL R

Le système MODUL R est le résultat d'une mission qui vise la construction de nouveaux établissements d'enseignement fondamental préfabriqués en Fédération Wallonie-Bruxelles. Cette mission a été initiée et est suivie par la FW-B - Cellule architecture, en collaboration avec la Direction générale des bâtiments et de la logistique de WBE.

La mission propose deux volets complémentaires : une recherche appliquée et une mise en œuvre de ses résultats dans un projet-pilote pour l'Athénée royal de La Louvière.

Ses résultats font l'objet de la publication d'un vade-mecum accessible en ligne (www.cellule.archi) permettant la reproductibilité du modèle par tout architecte et toute entreprise.

cellule
archi.



FÉDÉRATION
WALLONIE-BRUXELLES



MINISTRE BRUXELLOIS
DE L'ENSEIGNEMENT

MODUL R.