

# CHAIRE FRANCQUI - LOCI 2024-2025 - LEÇON 4

**THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS.**

**LE TRIPLE GRAND ÉCART DE L'INGÉNIEUR ARCHITECTE AU MILIEU DE LA CRISE SPATIALE.**

*“How to make waterproof poetry at an affordable price?”*

*“ Comment faire de la poésie étanche à l'eau à prix abordable?”*

Prof. ir. architect Leo VAN BROECK

professor emeritus KULeuven University - Faculty of Architecture and Engineering  
former Government Architect of Flanders (Vlaamse Bouwmeester)  
co-founding partner of the former office BOGDAN & VAN BROECK architects

president of the Climate Expert Committee of the Brussels Region  
member of the board of the Sonian Forest Foundation  
member of Club of Rome - Chapter EU  
member of the Design Advisory Board of Cologne

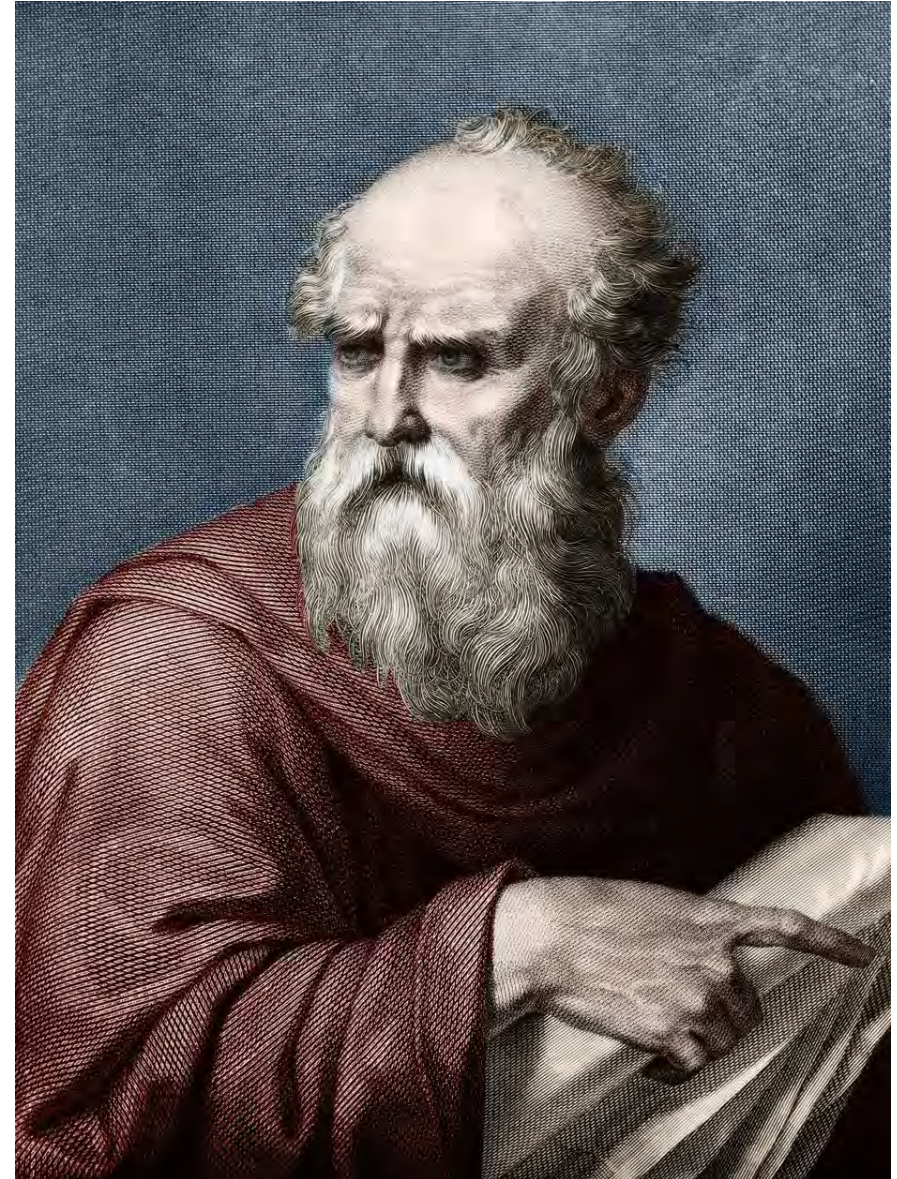


# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

## THE VITRUVIAN TRIAD (triade vitruvienne)

Vitruvius (+/- 80 BC – 15 BC) was a Roman architect and engineer. He was known for his multi-volume publication “DE ARCHITECTURA”, the only architectural theoretical text that survived from antiquity.

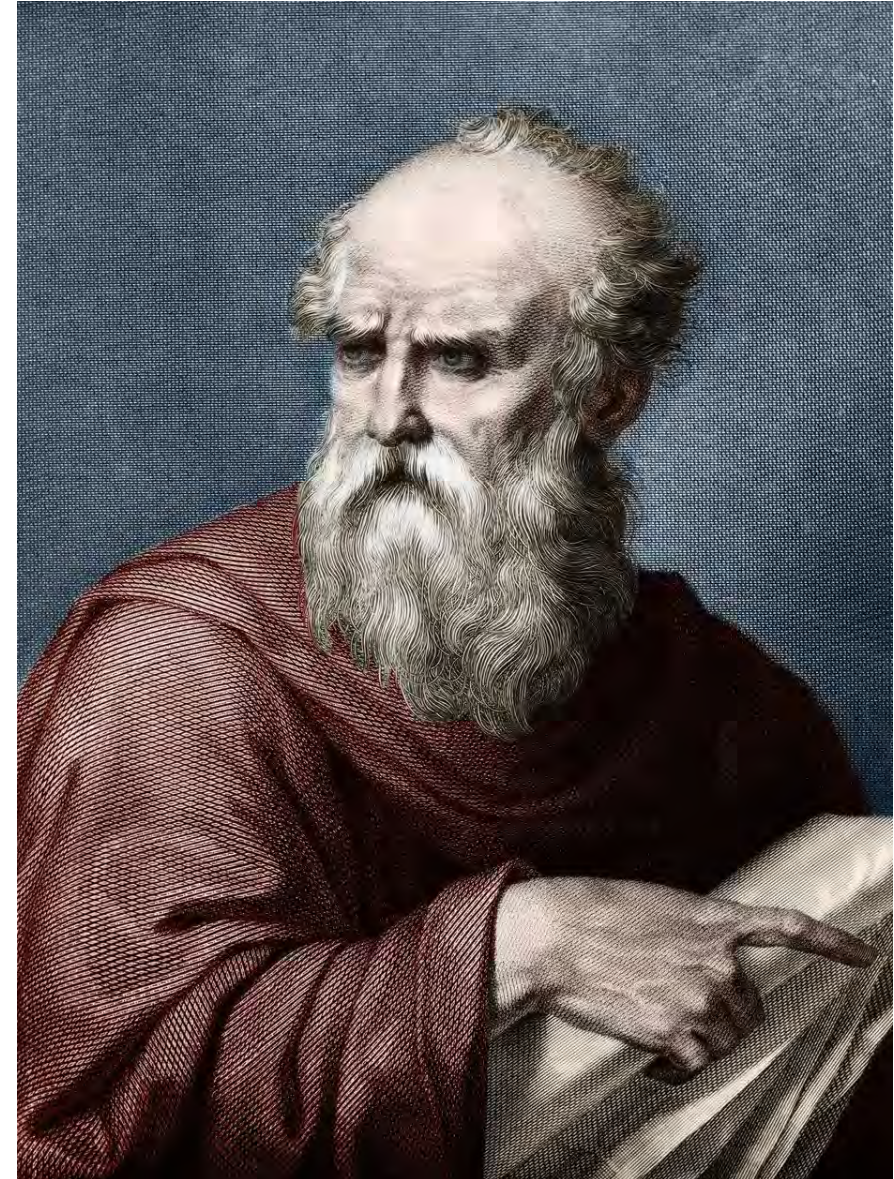
Vitruvius stated that all buildings should have three qualities: FIRMITAS, UTILITAS & VENUSTAS (strength, utility and beauty).



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

## THE VITRUVIAN TRIAD

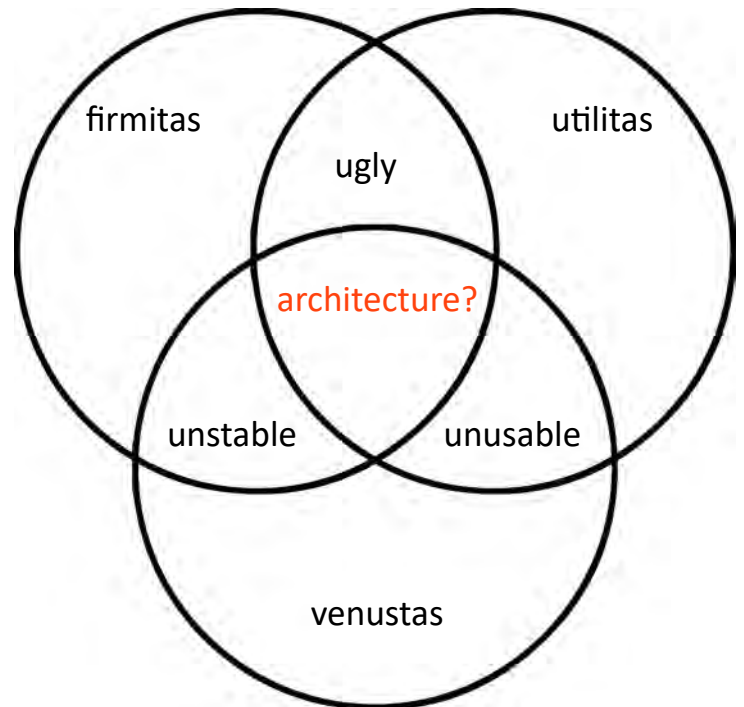
FIRMITAS	UTILITAS	VENUSTAS
strength	utility	beauty
		de gustibus et coloribus non est disputandum
structure life cycle analysis	function economy & cost	form spatial quality user experience



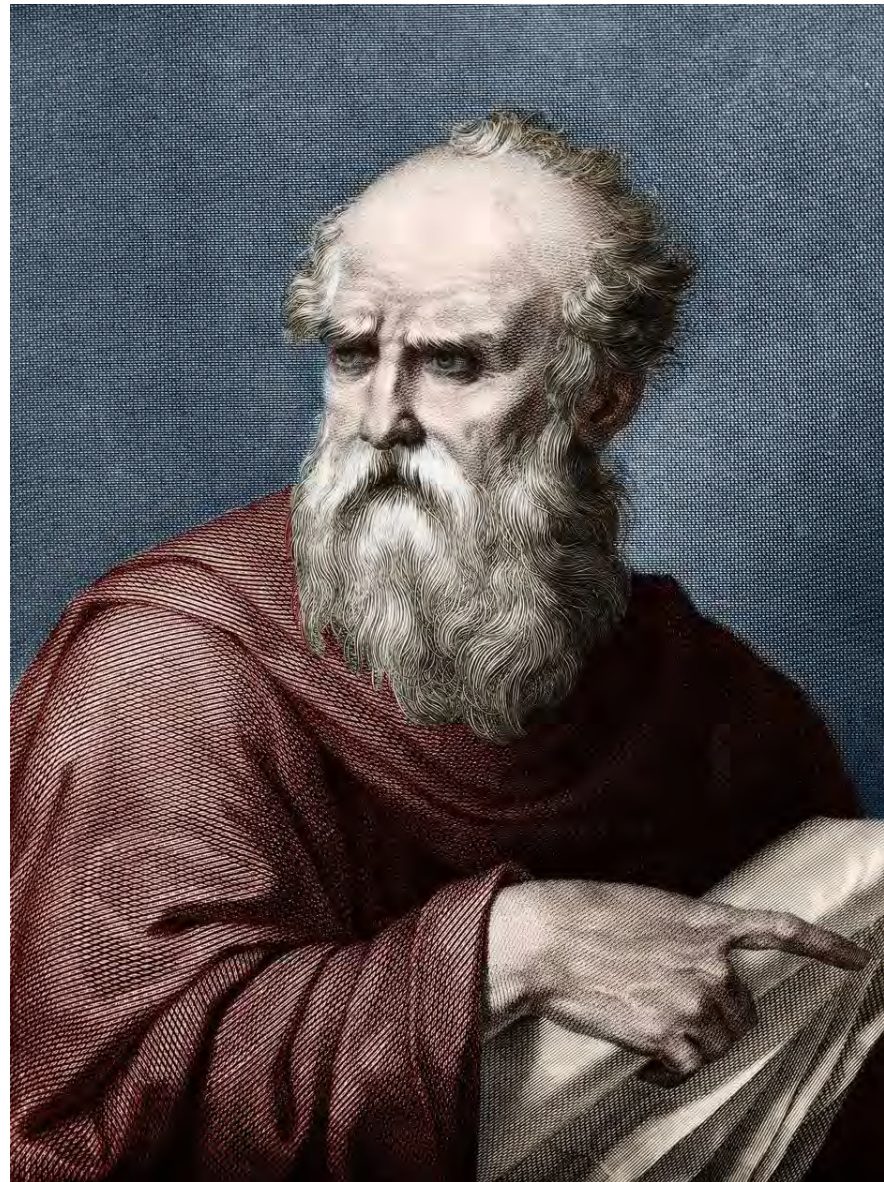
# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

## THE VITRUVIAN TRIAD

WHEN DO STRUCTURE, UTILITY AND FORMAL QUALITY COME TOGETHER ?



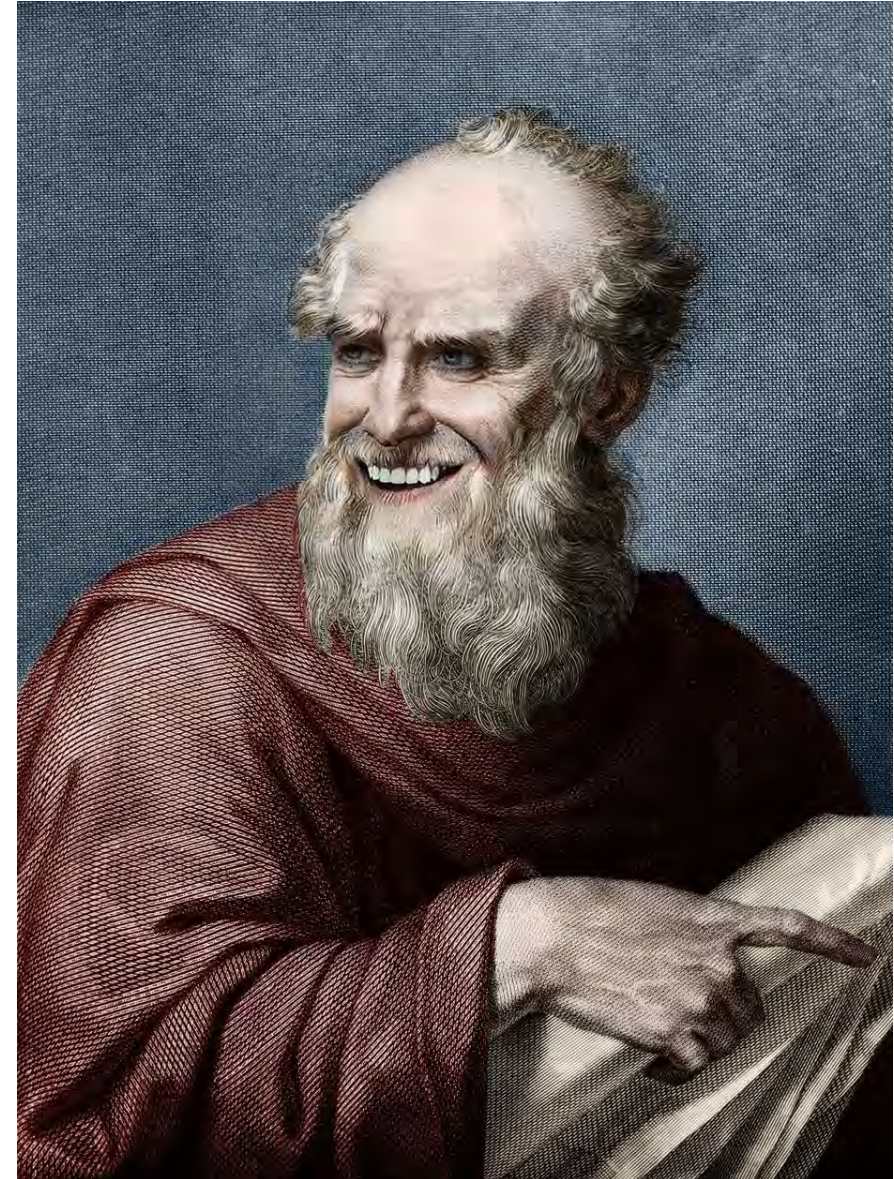
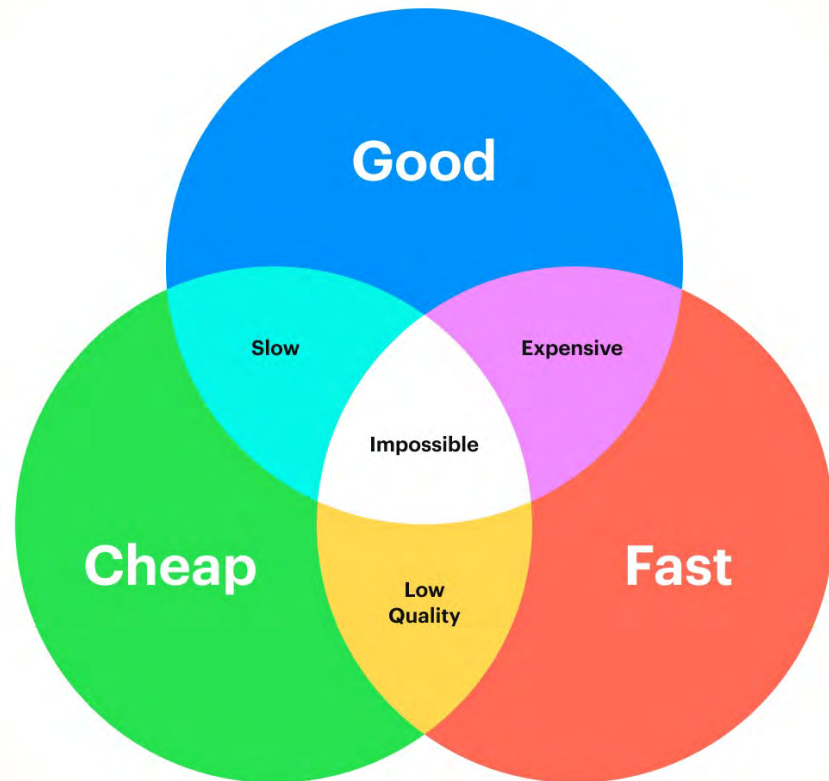
- when structural thinking contributes to form and function
- when functional thinking contributes to formal and structural qualities
- when formal research produces structural and functional qualities



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

THE VITRUVIAN TRIAD – a contemporary translation :  
according to Vitruvius, architecture is supposed to be successful in all of its 3 domains.

WE ALL KNOW THAT PERFECT ARCHITECTURE IS IMPOSSIBLE

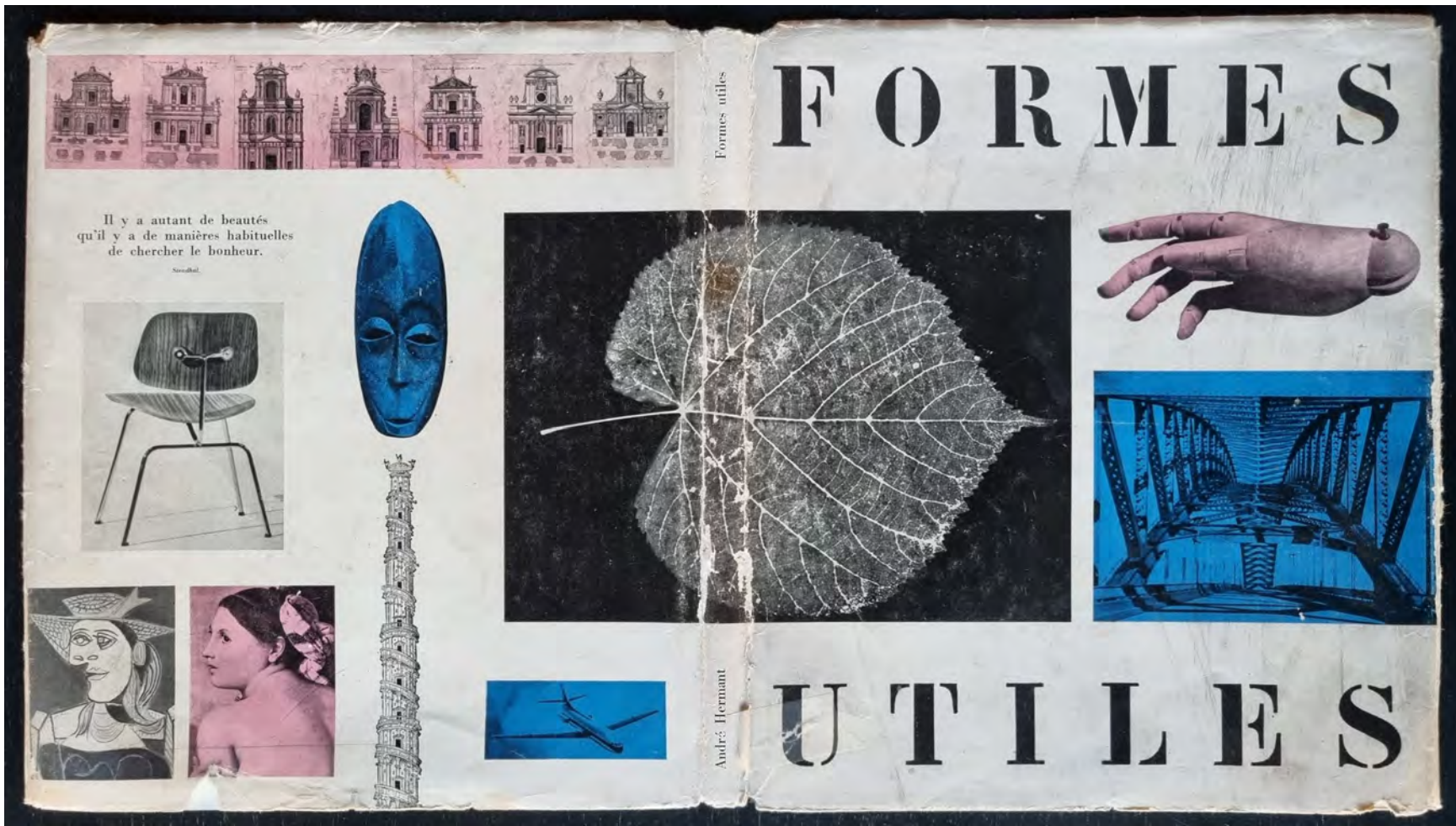


# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

A MODERN TRANSLATION OF THE VITRUVIAN TRIAD: **MORPHOLOGICAL ENGINEERING**

Which useful structures have formal qualities? Which useful forms have structural qualities?

“Formes Utiles”, book published in 1959 by architect André Hermant (° Antwerp 12/06/1908 - † Lescherolles 7/05/1978)

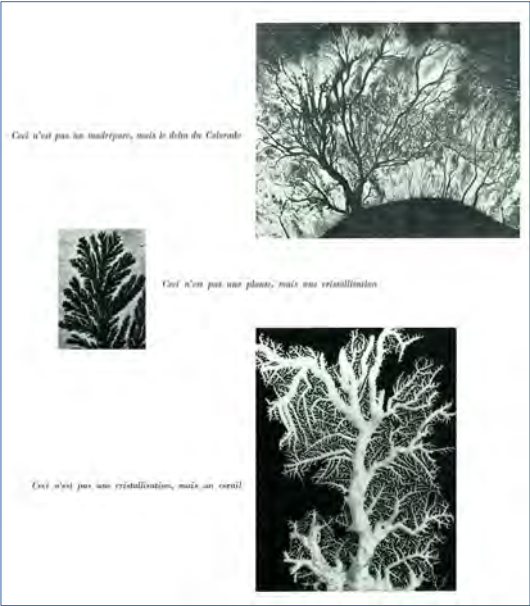
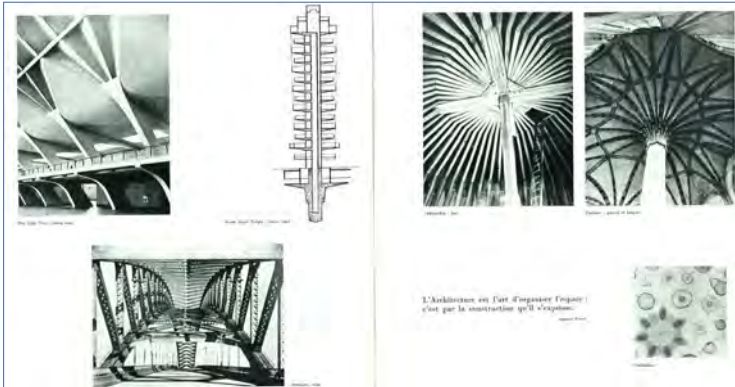
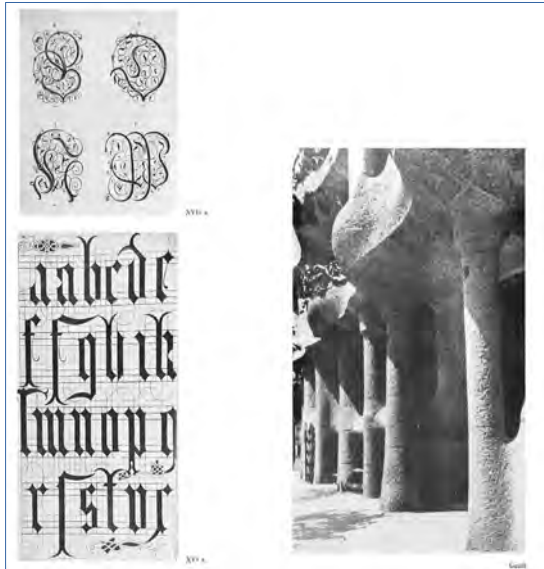
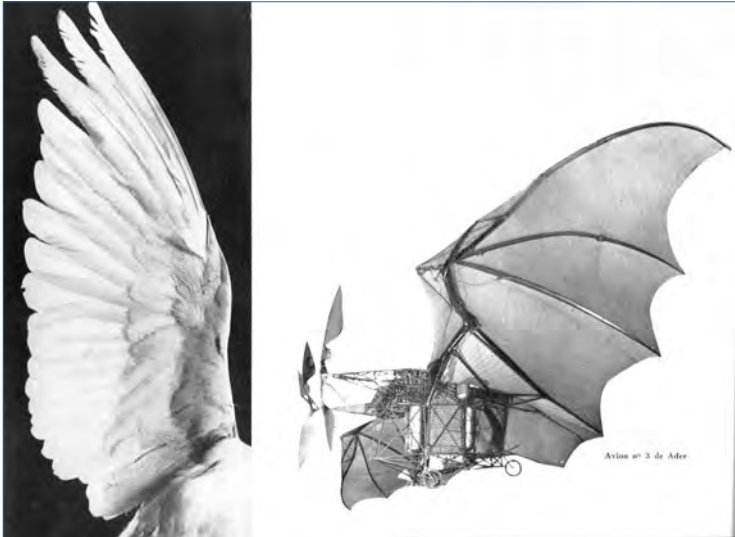
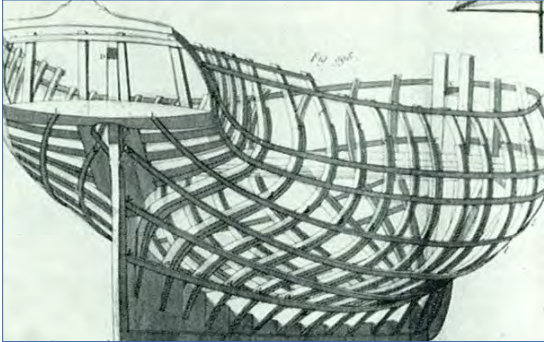


# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

## A MODERN TRANSLATION OF THE VITRUVIAN TRIAD: MORPHOLOGICAL ENGINEERING

Which useful structures have formal qualities? Which useful forms have structural qualities?

“Formes Utiles”, book published in 1959 by architect André Hermant (° Antwerp 12/06/1908 - † Lescherolles 7/05/1978)



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

---

## A MODERN TRANSLATION OF THE VITRUVIAN TRIAD: MORPHOLOGICAL ENGINEERING

Which useful structures have formal qualities? Which useful forms have structural qualities?

“FORMES UTILES” was also an organisation.

The mission of the **organisation Formes Utiles, created by the Union des Artistes Modernes (UAM)**, was to introduce the public to new everyday furniture and objects of quality, of beautiful and functional forms. **Founded in 1949** by UAM president René Herbst, **André Hermant, Charlotte Perriand** and Jacques Dumond, it pursued the ideals and objectives of the 1930s generation that pioneered Modernity in France. After WWII, most young French designers and interior architects were trained by the pioneers of Modernity through schools and design studios, and consequently they readily took up the modernist doctrine, continuing a lineage of ideals concerning technological advancements and innovations in new materials. But above all else, these designers excelled alongside the development of the furniture industry, then booming in France.

Every year, as part of the Salon des Arts Ménagers (SAM) in Paris, the Formes Utiles exhibitions of **furniture, lighting and everyday objects** continued to champion the modernist concepts developed by these Modernist pioneers:

- The relationship between form and **function**;
- The relationship between form and **structure**;
- The notion of functionality;
- The sculptural qualities and significance of **form**.

## THE VITRUVIAN TRIAD REACHED EVEN INTO THE WORLD OF PRODUCT DESIGN

LET'S ZOOM OUT AGAIN TO FOCUS ON ARCHITECTURE...

LET US LOOK FOR BUILDINGS WHERE FORMS ARE STRUCTURAL AND STRUCTURES PRODUCE FORM



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

TYPOLOGIES OF INTERESTING STRUCTURES : HERE NEXT DOOR IN LOUVAIN-LA-NEUVE

MUSEE L – THE FORMER LIBRARY OF SCIENCES – ARCHITECT ANDRE JACQMAIN : a demonstration that architecture IS urbanism and vice versa



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

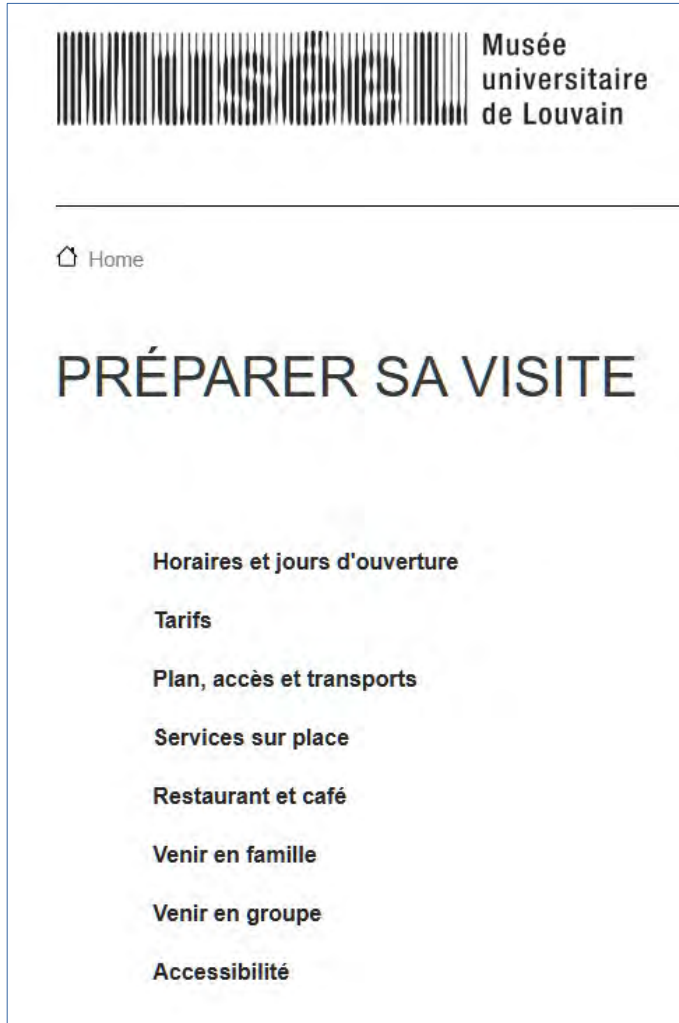
TYPOLOGIES OF INTERESTING STRUCTURES : HERE NEXT DOOR IN LOUVAIN-LA-NEUVE  
MUSEE L – THE FORMER LIBRARY OF SCIENCES – ARCHITECT ANDRE JACQMAIN : the structure IS a big part of the form & the user experience



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

TYOLOGIES OF INTERESTING STRUCTURES : HERE NEXT DOOR IN LOUVAIN-LA-NEUVE

MUSEE L – THE FORMER LIBRARY OF SCIENCES – ARCHITECT ANDRE JACQMAIN : **A TRANSFORMATION OF THE CITY**



ALTHOUGH THE STRUCTURE AND THE SPATIAL CONCEPT OF THIS BUILDING AND ITS SURROUNDING PUBLIC SPACE DEFINE THE USER EXPERIENCE,  
**THE BIGGEST IMPACT ON LOUVAIN-LA-NEUVE IS THE NEW FUNCTION.**

A MONO-FUNCTIONAL NEW TOWN LIKE LLN TENDS TO NEED A LOT MORE TIME TO BECOME AN OLD TOWN. THE INTRODUCTION OF A MUSEUM IS AN ACCELERATOR IN THAT PROCES.

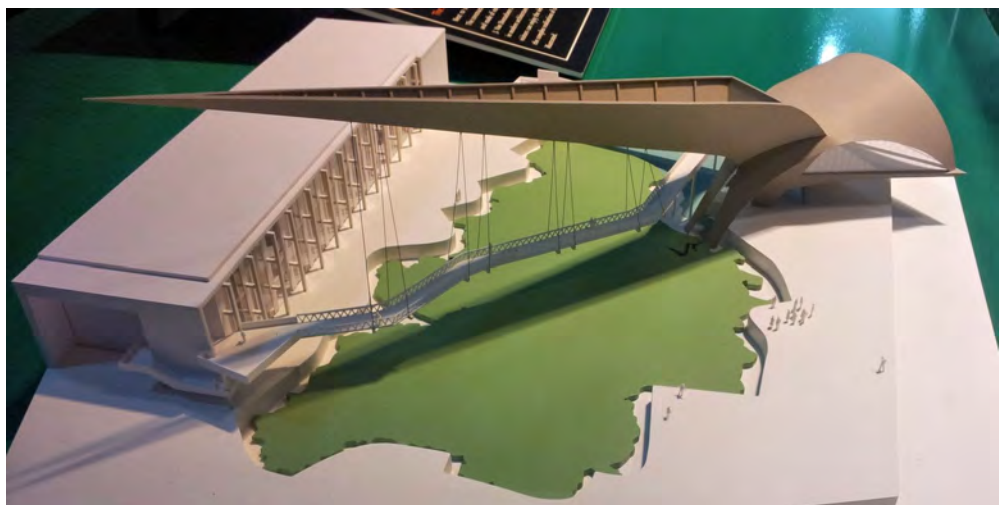
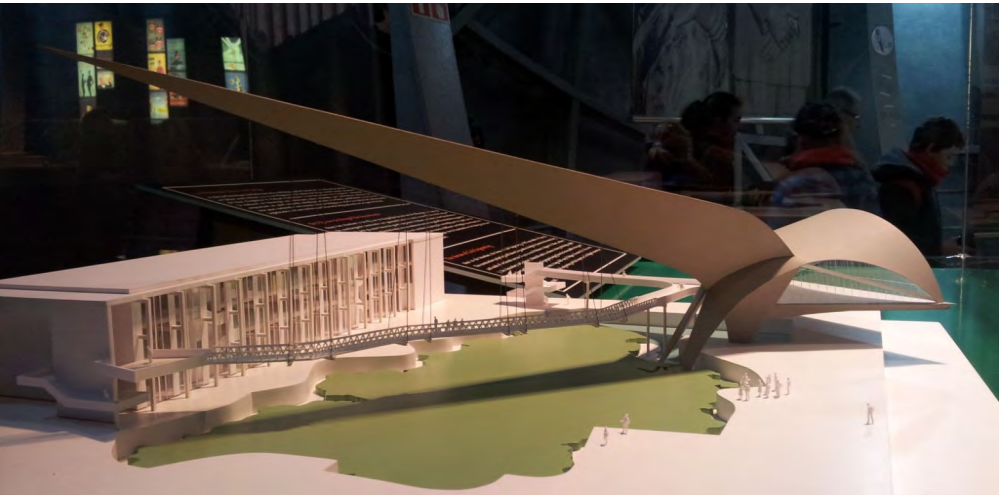
IT CHANGES LLN INTO A DESTINATION FOR A BROADER PUBLIC

IT ATTRACTS VISITORS THAT HAVE NO RELATION WITH THE UNIVERSITY

IT ALLOWS LLN TO REACH FURTHER BEYOND ITS HISTORICAL ACADEMIC ROOTS

# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

TYPOLOGIES OF INTERESTING STRUCTURES : curved and folded surfaces  
"The arrow", by Paduart & Moeschal, Expo Brussels 1958



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

TYPOLOGIES OF INTERESTING STRUCTURES : curved and folded surfaces, Sidney Opera (Utson), VUB Cantilever (Paduart).  
Shell structures are very thin and very strong. Concrete beam:  $H = L/10$  versus a curved vault: thickness =  $L/300 - L/500$ .



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

TYPOLOGIES OF INTERESTING STRUCTURES : curved and folded surfaces

F. Candela (Manantiales restaurant, Mexico), N. Foster (American Air Museum, Duxford UK), Eero Saarinen (TWA terminal at JFK airport NY).



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

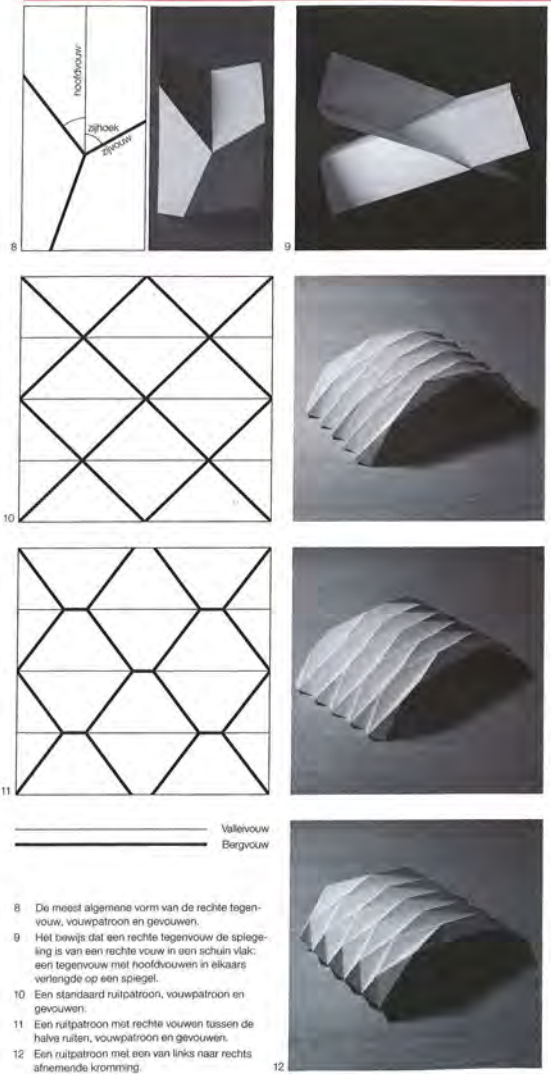
TYPES OF INTERESTING STRUCTURES : curved and folded surfaces  
F. Candela, testing of the strength of a hyper shell (hyperbolic paraboloid).



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

## TYOLOGIES OF INTERESTING STRUCTURES : straight folding and curved folding

### RECHTE TEGENVOUW



Buri heeft in zijn doctoraatsthesis [Bur 10] verschillende vormen van vlakvulling onderzocht. Volgens hem kan de rechte tegenvouw beschouwd worden als een van de bouwblokken van origami. Dit is dan ook de reden dat Buri de rechte tegenvouw verder in detail bestudeert.

#### OPBOUW EN KENMERKEN

De rechte tegenvouw wordt gekenmerkt door twee hoofdvouwen en twee zijvouden. De hoofdvouwen zijn tegengesteld (berg- en valleuvouw) en de zijvouden zijn van hetzelfde type (berg- of valleuvouw) (afb. 8). Buri beschouwt alleen tegenvouwen waarbij de twee hoofdvouwen in elkaars verlengde liggen, hoewel het ook mogelijk is een tegenvouw te maken waarbij de hoek tussen de twee hoofdvouwen niet 180° is.

De zijhoek wordt gedefinieerd als de hoek tussen de zijvouw en een hoofdvouw. Deze kan verschillen naargelang de beschouwde zijvouw. Hij wordt gemeten tussen de zijvouw en de hoofdvouw van het andere type.

Als de zijhoeken gelijk zijn en de hoofdvouwen in elkaars verlengde liggen, kan de tegenvouw volledig dicht gevouwen worden tot een tweedimensionaal element.

Ik beschouw verder alleen tegenvouwen die niet volledig dicht gevouwen zijn, maar het eventueel wel kunnen. De zijhoeken van deze tegenvouwen kunnen wel of niet aan elkaar gelijk zijn.

Buri merkt op dat als men een tegenvouw, waarvan de hoofdvouwen in elkaars verlengde liggen, in drie dimensies beschouwt, het de spiegeling is van een rechte vouw in het vlak bepaald door de twee zijvouden (afb. 9).

Hij onderscheidt drie patronen opgebouwd uit rechte tegenvouwen die interessant kunnen zijn voor architecturale toepassingen, namelijk het ruitpatroon, het diagonaalpatroon en het visgraatpatroon [Bur 10].

#### RUITPATROON

Dit patroon wordt ook het Yoshimura-patroon genoemd naar de onderzoeker die ontdekte dat dunwandige cilinders onder axiale druk vervormen volgens dit patroon.

De basis van dit patroon is een ruit met een vouw volgens een van de diagonalen. Alle diagonalen hebben hetzelfde vouwtype (bv. valleuvouw) en alle randen hebben hetzelfde vouwtype (bv. bergvouw) (afb. 10).

Tussen halve ruiten kunnen ook rechte vouwen worden ingevoegd (afb. 11). Door het invoegen van deze rechte vouwen is duidelijk te zien dat dit patroon is opgebouwd uit rechte tegenvouwen. Deze tegenvouwen vormen zigzaglijnen loodrecht op de vouwrichting.

De amplitude en periode van deze zigzaglijnen kunnen variëren, naargelang het gewenste effect. Als alle zigzaglijnen dezelfde amplitude hebben, is de kromming constant. Als de amplitude toeneemt, zal de kromming afnemen en omgekeerd (afb. 12). Wanneer de periode toeneemt, worden de vouwen breder (afb. 13). Deze bredere vouwen zijn ook minder dicht gevouwen dan de kleinere vouwen bij eenzelfde kromming. Ze zullen dus ook minder stijf zijn wanneer de structuur belast wordt.

Door de breedte van de vouwen te laten afnemen naarmate men dichterbij de rand van een structuur komt, bekomt men een verstevigend effect [HW 08].

Dit ruitpatroon benadert een cilinderschaal. Net zoals men twee cilinderschalen met elkaar kan laten snijden om een koepelachtige structuur te vormen, zo kan men hetzelfde doen met twee ruitpatronen (afb. 14). Vier driehoekige stukken van een standaard ruitpatroon vormen zo een koepelachtige structuur op een vierkante basis.

#### DIAGONAALPATROON

De basisfiguur van dit patroon is een parallellogram of trapezium met een vouw volgens een van de diagonalen (afb. 15). Buri merkt op dat er veel overeenkomsten zijn tussen dit patroon en de andere twee patronen, maar hij beseft niet dat dit eigenlijk een scheve vorm is van het ruitpatroon.

Net zoals er bij het ruitpatroon rechte vouwen tussen halve ruiten kunnen worden ingevoegd, kunnen hier rechte vouwen ingevoegd worden tussen halve parallellogrammen (afb. 16). Zo ziet men dat ook dit patroon is opgebouwd uit rechte tegenvouwen. Het belangrijkste verschil tussen dit

patroon en de andere twee patronen is dat bij de andere patronen de zijhoeken van de rechte tegenvouwen gelijk zijn, terwijl bij dit patroon de zijhoeken links en rechts van de hoofdvouw verschillen. Dit verschil van de zijhoeken leidt er toe dat bij het patroon met rechte vouwen tussen de halve parallellogrammen, de zo gevormde trapezia niet vlak blijven bij het vouwen, maar getordeerd worden. Bij het patroon zonder rechte vouwen tussen de halve parallellogrammen treedt dit probleem niet op. Deze ongewenste vervorming is de reden

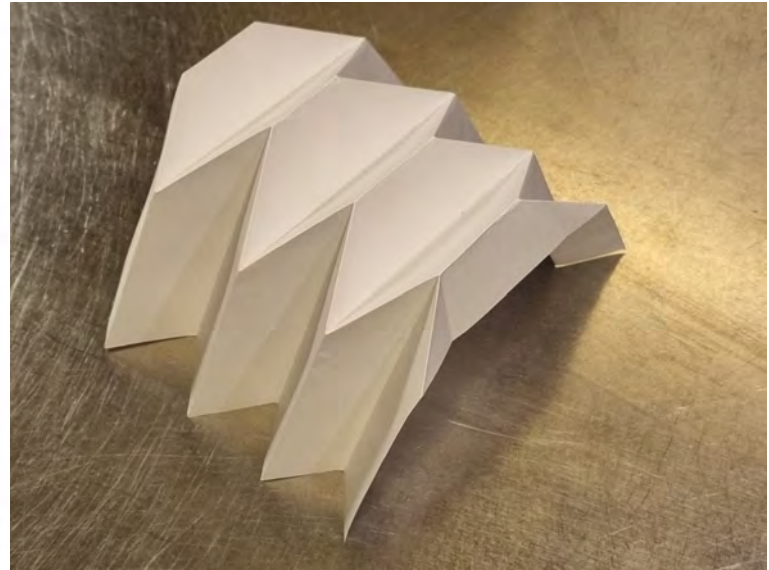
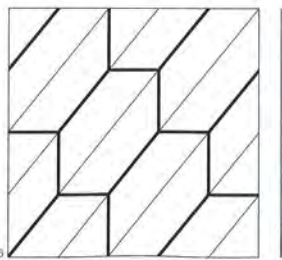
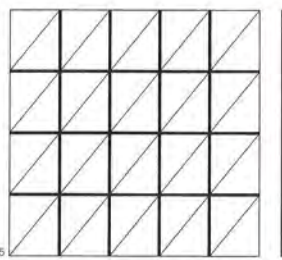
13 Een ruitpatroon waarbij de voorkant is verstevigd door een kleinere breedte voor de vouwen te kiezen.

14 Een koepelachtige structuur samengesteld uit vier driehoekige stukken ruitpatroon.

15 Een standaard diagonaalpatroon, vouwpatroon en gevouwen.

16 Een diagonaalpatroon met rechte vouwen tussen de halve parallellogrammen, vouwpatroon en gevouwen.

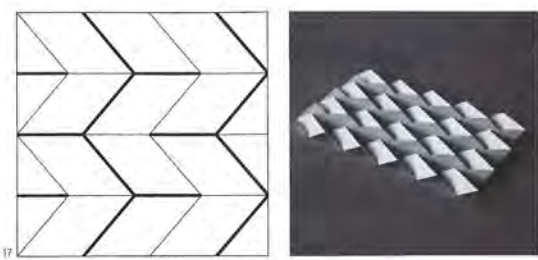
Valleuvouw  
Bergvouw 14





# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

## TPOLOGIES OF INTERESTING STRUCTURES : straight folding and curved folding



dat ik het onderscheid tussen dit patroon en het ruitpatroon toch bewaar.

Het diagonaalpatroon vindt men ook terug in de vervorming van dunwandige cilinders belast op torsie [HA 05].

### VISGRAATPATTERN

Dit patroon wordt ook het Miura-Ori-patroon genoemd naar de onderzoeker die dit patroon voorstelde voor het opvouwen van zonnepanelen voor satellieten [Miu 85].

Het bestaat uit parallellogrammen waarvan twee opeenvolgende zijdes bergvouden zijn en de twee andere zijdes valleivouden. In het standaardpatroon kan men duidelijk de rechte tegenvouwen herkennen (afb. 17).

Eens gevouwen, wordt er een vlak gevormd, tenzij er in plaats van parallellogrammen trapezia gebruikt worden. In dat geval ontstaat er een kromming. Een van de parallelle zijdes van de trapezia kan zelfs tot nul herleid worden, zodat het patroon opgebouwd lijkt uit pijlvormige elementen (afb. 18).

Wanneer dit patroon ontvouwt, strekt het zich uit in twee richtingen. Dit is opmerkelijk, aangezien de meeste andere patronen zich slechts in één richting uitstrekken.

Dit patroon kan ook gegenereerd worden door twee lijnen: het vouwprofiel en het doorsnedeprofiel (afb. 20). Het vouwprofiel, dat de kleine vouwen bepaalt, wordt geëxtrudeerd volgens het doorsnedeprofiel, dat de algemene doorsnede van het patroon bepaalt. Bij elke hoekverandering van het doorsnedeprofiel wordt het vouwprofiel omgedraaid: een bergvouw wordt een valleivouw en omgekeerd.

Buri toont in zijn doctoraats thesis [Bur 10] een model waarbij het visgraatpatroon wordt gebruikt om een koepel te benaderen (afb. 19). De koepel wordt onderverdeeld in acht sectoren die vervolgens vervangen worden door een visgraatpatroon. Op deze manier kan uit één plat vlak, zonder het wegsnijden van stukken, door middel van vouwen, een vorm met een kromming in twee richtingen benaderd worden.

17

18

19

17

18

19

20

17

18

— Valleivouw  
— Bergvouw



20

### GEBOGEN TEGENVOUW

Ook bij gebogen vouwen kan men een tegenvouw terugvinden. Dit is dan naast de rechte vouw, de rechte tegenvouw en de gebogen vouw een vierde bouwblok van origami.

### OPBOLW EN KENMERKEN

Net zoals een rechte tegenvouw, wordt een gebogen tegenvouw gekenmerkt door twee hoofdvouwen en twee zijvouden (afb. 21). De hoofdvouwen zijn opnieuw tegengesteld, maar zijn nu gebogen in plaats van rechte vouwen. Ze moeten niet in elkaars verlengde liggen, maar ik beschouw verder alleen patronen waarbij dit wel het geval is.

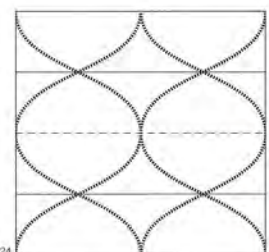
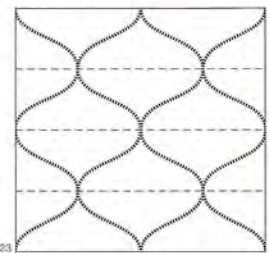
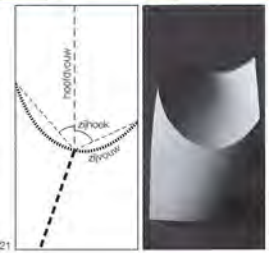
De zijvouden zijn noch rechte, noch gebogen vouwen. Ze behoren tot een derde categorie, namelijk de gekromde vouwen. Net zoals bij een rechte vouw is de vouwlijn expliciet gevouwen, maar deze vouwlijn is een kromme in plaats van een rechte. Een gekromde vouw heeft dus eigenschappen van zowel een rechte als een gebogen vouw.

De zijhoek, de hoek tussen de hoofdvouw en de zijvouw, wordt gedefinieerd als de hoek tussen de hoofdvouw en de lijn die de eindpunten van de zijvouw met elkaar verbindt. Deze hoek moet niet dezelfde zijn voor de twee zijvouden. In het punt waar de twee zijvouden samenkomen, moeten de zijvouden dezelfde raaklijn hebben. Indien dit niet het geval is, is er ter plaatse van de as van de hoofdvouwen een plotse sprong in de kromming van deze hoofdvouwen. Door deze plotse overgang ontstaat er een rechte vouw volgens de as van de hoofdvouwen. Op hun as na blijven het echter gebogen vouwen.

In tegenstelling tot een rechte tegenvouw bestaat een gebogen tegenvouw alleen in drie dimensies. Het is niet mogelijk om de tegenvouw volledig dicht te vouwen naar twee dimensies.

Een gebogen tegenvouw waarvan de hoofdvouwen in elkaars verlengde liggen, kan net als een analoge rechte tegenvouw beschouwd worden als een reflectie. In dit geval is dit de reflectie van een gebogen vouw in het vlak bepaald door de zijvouden (afb. 22).

Door de grote overeenkomsten tussen de rechte tegenvouw en de gebogen



tegenvouwen kunnen er met de gebogen tegenvouw gelijkwaardige patronen gevormd worden.

Om deze patronen van rechte tegenvouwen om te zetten, moeten de zigzaglijnen van de rechte tegenvouwen vervangen worden door krommen. Later zal ik bewijzen dat deze krommen sinusfuncties zijn.

### RUITPATTERN

Het enkelvoudige (afb. 23) en het dubbele (afb. 24) ruitpatroon zijn twee verschillende vertalingen van hetzelfde



— Valleivouw  
— Gekromde valleivouw  
— Gebogen valleivouw  
— Bergvouw  
— Gekromde bergvouw  
— Gebogen bergvouw

21 De meest algemene vorm van de gebogen tegenvouw, vouwpatroon en gevouwen.

22 Het bewijs dat een gebogen tegenvouw de spiegeling is van een gebogen vouw in een schuin vlak: een tegenvouw met hoofdvouwen in elkaars verlengde op een spiegel.

23 Een enkelvoudig ruitpatroon, vouwpatroon en gevouwen.

24 Een dubbel ruitpatroon, vouwpatroon en gevouwen.



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

## TYOLOGIES OF INTERESTING STRUCTURES : straight folding and curved folding

rechte ruitpatroon naar een gebogen ruitpatroon. Het verschil is dat bij het enkelvoudige ruitpatroon de sinus één rechte tegenvouw per halve periode vervangt, terwijl de sinus bij het dubbele ruitpatroon twee rechte tegenvouwen per halve periode vervangt. Bij het enkele ruitpatroon komen er alleen gebogen vouwen voor in het patroon. Bij het dubbele ruitpatroon ontstaan er tussen de gebogen tegenvouwen ook rechte vouwen.

Er zijn ook analoge patronen voor het ruitpatroon met rechte vouwen tussen de halve ruiten, zowel voor het enkelvoudige als voor het dubbele ruitpatroon (afb. 25).

Net zoals bij rechte ruitpatronen de amplitude van de zigzaglijnen de kromming beïnvloedt, zo beïnvloedt de amplitude van de sinus de kromming bij gebogen ruitpatronen. Als de amplitude constant is, is ook de kromming constant, terwijl een grote amplitude voor een kleine kromming zorgt en een kleine amplitude voor een grote kromming (afb. 26 en 27).

De twee sinusfuncties die elkaar snijden bij het dubbele ruitpatroon moeten dezelfde periode hebben, maar niet dezelfde amplitude (afb. 28). Als de amplitudes verschillen, zullen de rechte vouwen die ontstaan tussen de gebogen tegenvouwen niet meer in elkaars verlengde liggen. In plaats daarvan zullen ze een zigzaglijn vormen.

De breedte van de vouwen kan aangepast worden door de periode van de sinusfuncties te laten variëren. Net zoals bij de patronen met rechte tegenvouwen zullen vouwen met een kleine straal stijver reageren onder belasting dan vouwen met een grote straal.

**DIAGONAALPATTERN**  
Aangezien het diagonaalpatroon een scheve vorm is van het ruitpatroon, is het logisch dat voor dit patroon ook een enkelvoudige (afb. 29) en een dubbele (afb. 30) equivalent bestaan. De periode van de sinus is echter verschillend links en rechts van de hoofdvouw. Wanneer de periode links en rechts van de hoofdvouw gelijk zou zijn, zou het niet langer een diagonaalpatroon

25 Een enkelvoudig ruitpatroon met gebogen vouwen tussen de sinusfuncties.  
26 Een enkelvoudig ruitpatroon met een van links naar rechts afnemende kromming.  
27 Een dubbel ruitpatroon met een van links naar rechts afnemende kromming.  
28 Een dubbel ruitpatroon waarbij de twee snijende sinusfuncties een verschillende amplitude hebben.

— Valvouw  
— Gekromde valvouw  
- - - Gebogen valvouw  
— Bergvouw  
— Gekromde bergvouw  
- - - Gebogen bergvouw

29 Een enkelvoudig diagonaalpatroon, vouwpatroon en gevouwen.  
30 Een dubbel diagonaalpatroon, vouwpatroon en gevouwen.  
31 Een enkelvoudig diagonaalpatroon met gebogen vouwen tussen de sinusfuncties.  
32 Een standaard visgraatpatroon, vouwpatroon en gevouwen.

zijn, maar een ruitpatroon.

Ook bij dit patroon kunnen gebogen vouwen ingevoegd worden tussen de sinusfuncties (afb. 31).

Net zoals bij het patroon met rechte tegenvouwen, zijn hier de zijhoeken verschillend links en rechts van de hoofdvouw. Ook hier veroorzaakt dat verschil een extra vervorming bij de patronen met gebogen vouwen tussen de sinusfuncties.

Uit het tweede deel van mijn thesis blijkt dat de sinusfunctie aangeeft dat de gebogen vouwen stukken van cilinders zouden moeten zijn, maar bij patronen met gebogen vouwen tussen de sinusfuncties blijkt dit niet het geval te zijn: de cilinderwand wordt namelijk getordeerd. Dit probleem treedt niet op bij de patronen zonder gebogen vouwen tussen de sinusfuncties.

**VISGRAATPATTERN**  
Het laatste patroon is het gebogen visgraatpatroon. De sinusfuncties zijn afwisselend gekromde berg- of valvouw (afb. 32). Ook bij de gebogen versie van dit patroon kan een van de parallelle zijdes to nul herleid worden waardoor het patroon uit pijlen lijkt te bestaan (afb. 33).

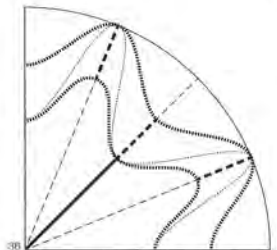
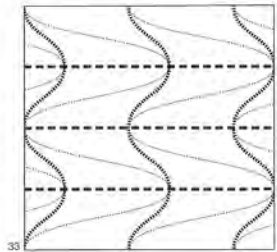
Net zoals het rechte visgraatpatroon, strekt het zich bij het openvouwen uit in twee richtingen. Het kan echter niet volledig dichtgevoerd worden zoals het rechte visgraatpatroon, omdat, zoals eerder vermeld, met gebogen vouwen alleen driedimensionale vormen mogelijk zijn.

Bij de illustraties van zijn doctoraals thesis 32



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

## TYOLOGIES OF INTERESTING STRUCTURES : straight folding and curved folding



33 Een visgraatpatroon met pijlen, vouwpatroon en gevouwen.

34 Een visgraatpatroon gegenereerd door het vóórprofiel (blauw) en het doorsnede-profiel (rood) [Bur 10].

35 Een koepel, met in het centrum een plat vlak, benaderd met een gebogen visgraatpatroon.

36 Een koepel benaderd met een gebogen visgraatpatroon, in het vlak en gevouwen.

opengevouwen moet kunnen worden tot een plat vlak, bestaat logischerwijze uit vlakken en stukken met een kromming in één richting, namelijk stukken van cilindren en stukken van kegels [KFCMSP WWW]. Dit betekent echter niet dat vormen met een kromming in twee richtingen niet benaderd kunnen worden.

De benadering van een koepel die mogelijk was met een recht visgraatpatroon is namelijk ook mogelijk met een gebogen visgraatpatroon (afb. 36).

Het is zelfs mogelijk het centrum van de koepel vlak te houden (afb. 35). De mogelijke kromming van deze structuur is evenwel beperkt.

Toch is dit meer dan het stuksgewijs benaderen van een vorm met een kromming in twee richtingen door een combinatie van vormen met krommingen in één richting. Deze structuren zijn namelijk open te vouwen tot een plat vlak zonder gaten.

Van een plat vlak weet men dat er maar een kromming in één richting mogelijk is, terwijl we hier bijna een kromming in twee richtingen hebben.

Bij het grafisch weergeven van een computermodel spreekt men over twee en een halve dimensie wanneer het gaat om een model dat in drie dimensies lijkt te bestaan, terwijl het eigenlijk maar in twee dimensies bestaat. Op een gelijkaardige manier kan men hier spreken van een kromming in anderhalve richting, waarmee een structuur bedoeld wordt die in twee richtingen gekromd lijkt, terwijl hij eigenlijk maar in één richting gekromd is.

Het zou interessant zijn om de krachtwerving in deze structuren te vergelijken met die van een structuur met een kromming in twee richtingen.

Bijvoorbeeld de spatkrachten die optreden in een koepelschaal lijken hier ook op te treden. In deze structuren veroorzaken deze krachten het opnieuw openplooiën van de structuur.

### BESLUIT

Met dit overzicht is een begin gemaakt van het inventariseren van mogelijke origamistructuren. Er zijn evenwel nog veel patronen die hier niet beschouwd kan worden als het rechte visgraatpatroon, zoals blijkt uit de vele tekken uit de boomstructuur die vroegtijdig doodlopen, maar die ook interessant kunnen zijn.

Een vorm met gebogen vouwen, die

### LITERATUUROVERZICHT

Dit literatuuroverzicht fungeert enerzijds als bibliografie, maar maakt anderzijds ook nog deel uit van het overzicht. Sommige literatuur paste namelijk niet in het algemene overzicht wegens te technisch of een te zwakke connectie met gebogen vouwen, maar kan desalniettemin interessant zijn.

#### ALGEMEEN

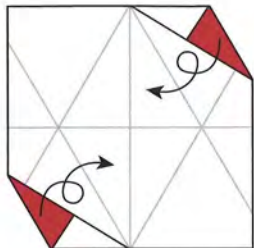
- [Bee 03] **BEECH, R., *Origami, het complete handbook over papiervouwkunst*, Veltman Uitgevers, Utrecht, 2003**
- Dit boek bevat een uitgebreide verzameling origamitechnieken, voorbeelden en modellen. Naast de klassieke origami is er ook een hoofdstuk over modulaire origami. Er staan geen verwijzingen in naar gebogen vouwen, maar een aantal van de vormen met rechte vouwen kunnen zeker dienen voor verder onderzoek.
- [DD WWW] **DEMAINE, E. en DEMANE, L., "Recent Results in Computational Origami", <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.100.8809&rep=rep1&type=pdf>, geraadpleegd op 02/12/2010 om 13:37**
- Dit artikel geeft een overzicht van de recente ontwikkelingen in het berekenen en simuleren van origami met behulp van de computer. De meeste berekeningen en simulaties behoren tot een of meerdere van de volgende categorieën: universaliteitsresultaten (de stelling is altijd geldig), efficiënte beslissingsalgoritmes (is iets vouwbaar of niet) of onhandelbare berekeningen (de computer kan de berekening niet oplossen). Verder onderscheidt men twee verschillende methodes om origami te onderzoeken: volgens ontwerp of volgens vouwbaarheid. Bij het onderzoek naar origami-ontwerpen wil men een bepaalde vorm benaderen met behulp van origami. Voorbeelden hiervan zijn TreeMaker (een programma ontworpen door Robert Lang dat een basis voor een origami ontwerp voorstelt), de techniek van één rechte snijlijn (hoe moet men een blad vouwen om, ná het maken van één snijlijn en het terug openvouwen van het blad, een bepaalde figuur te bekomen) en origami vlakvulling. Bij de methode van de vouwbaarheid vertrekt men van een basisvorm en onderzoekt men wat men hiermee kan doen.
- [Fus 00] **FUSE, T., *Home decorating with origami, Japan Publications Trading Company, Tokyo, 2000***
- Dit boek gaat over knutselen met origami. Er wordt onderscheid gemaakt tussen kaarten en enveloppen, origami als versiering, sterren, en doosjes. Er staan geen verwijzingen in naar gebogen vouwen, maar sommige vormen met rechte vouwen zijn wel zeer interessant, bijvoorbeeld de balalalka op pagina 69.
- [Lis 03] **LISTER, D., "Die Geschichte des Papierfaltens. – eine deutsche Perspektive", in: *Der Falter*, No. 35, 2003**
- Dit artikel behandelt de geschiedenis van origami vanuit een Duits perspectief. Origami is waarschijnlijk ontstaan uit het vouwen van stof. Oorspronkelijk mochten meerdere stukken aan elkaar genaaid worden om het uiteindelijke model te vormen. Momenteel gaat men er meestal van uit dat het model gevormd moet worden uit één stuk papier en dat men geen gebruik mag maken van schaar of lijm.
- [PW 06] **PIRAZZI, C. en WEINAND, Y., "Geodesic Lines on Free-Form Surfaces – Optimized Grids for Timber Rib Shells", *World Conference in Timber Engineering WCTE*, 2006**
- Deze paper beschrijft een methode om aan de hand van geodetische krommen een grid van ribben op een schaal te optimaliseren wat betreft de buigspanning veroorzaakt door de initiële kromming van de ribben. Door geodetische krommen te gebruiken wordt buiging van de ribben rond hun sterke as vermeden.
- [Wei 09] **WEINAND, Y., "Innovative Timber Constructions", in: *Journal of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS)*, vol. 50 (2009) Nr. 2, augustus Nr. 161, ISSN/ 1028-365X, pp. 111-120**
- In dit artikel wordt een overzicht gegeven van het onderzoek dat gebeurt in het IBOS laboratorium aan de universiteit van Lausanne. Men zoekt naar een nieuwe familie van houtconstructies die gebaseerd is op de principes van origami en textiel.

# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

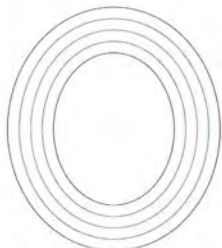
## TYOLOGIES OF INTERESTING STRUCTURES : straight folding and curved folding

### OVERZICHT VAN VOUWPATRONEN

De volgende pagina's geven een overzicht van de gebruikte vouwpatronen. Bij elk patroon staat een foto van de gevouwen toestand, een kleine afbeelding van het vouwpatroon en een korte uitleg wat er speciaal is aan dat patroon. Er wordt ook verwezen naar de pagina waar het vouwpatroon op A4 te vinden is.



Als modulaire bouwsteen is de trimodule van Nick Robinson gebruikt. Deze modules worden per twee gecombineerd tot een piramide. Met deze piramides worden vervolgens twee vlakken gevormd die in elkaar geschoven en met elkaar verbonden worden.  
**p.75**



Concentrische ellipsen: nadat het midden is weggesneden, kan je de vorm vouwen. De uiteinden van de lange as worden naar beneden gedruwd en de uiteinden van de korte as naar boven. Als je een uiteinde van de lange as door de opening steekt, krijg je de vorm zoals op de foto.  
**p.76**



Recht ruitpatroon: dit is een standaard ruitpatroon met rechte vouwen waarbij de zigzaglijnen elkaar raken.  
**p.77**



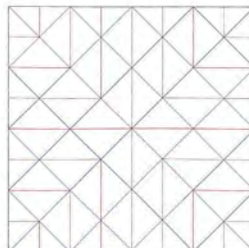
Recht ruitpatroon met rechte vouwen tussen de rechte tegenvouwen: de zigzaglijnen raken elkaar niet.  
**p.78**



Recht ruitpatroon met variabele kromming: door de amplitude van de zigzaglijnen te variëren, varieert ook de kromming.  
**p.79**



Recht ruitpatroon met variabele breedte: door de periode van de zigzaglijnen te variëren, wijzigt de traveebreedte.  
**p.80**



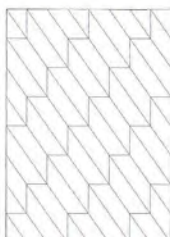
Dit patroon bestaat uit vier driehoekige stukken van een standaard ruitpatroon met rechte vouwen. Samen vormen ze een koepelachtige structuur op een vierkantige basis.  
**p.81**

# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

## TYOLOGIES OF INTERESTING STRUCTURES : straight folding and curved folding



Recht diagonaalpatroon: dit is een scheve vorm van het ruitpatroon met rechte vouwen.  
p.82



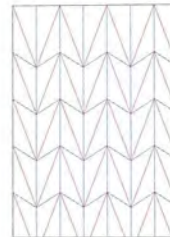
Recht diagonaalpatroon met rechte vouwen tussen de rechte tegenvouwen: de zigzaglijnen raken elkaar niet.  
p.83



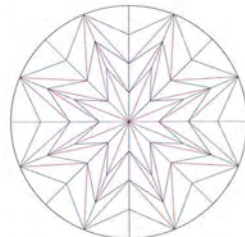
Recht diagonaalpatroon: dit patroon is effectief opgebouwd uit parallelogrammen, niet uit rechthoeken.  
p.84



Recht visgraatpatroon: als de amplitude van de zigzaglijnen dezelfde is, is er geen kromming.  
p.85



Recht visgraatpatroon: in dit patroon raken de zigzaglijnen elkaar, waardoor het opgebouwd lijkt te zijn uit pijlen.  
p.86



Recht visgraatpatroon in anderhalve dimensie: een visgraatpatroon met rechte vouwen dat een kromming in twee dimensies benadert met vouwen in één dimensie.  
p.87



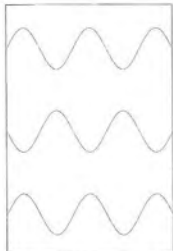
Gebogen, enkelvoudig ruitpatroon: een ruitpatroon met gebogen vouwen, waarbij één periode van de sinus één travee overspant.  
p.88



Gebogen, dubbel ruitpatroon: een ruitpatroon met gebogen vouwen, waarbij één periode van de sinus twee traveeën overspant.  
p.89

# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

## TYOLOGIES OF INTERESTING STRUCTURES : straight folding and curved folding



Gebogen ruitpatroon met gebogen vouwen tussen de sinusfuncties: de sinussen raken elkaar niet, maar zijn verbonden met een gebogen vouw.  
p.90



Gebogen, dubbel ruitpatroon met ongelijke sinussen: de sinussen die elkaar snijden hebben dezelfde periode, maar een verschillende amplitude.  
p.91



Gebogen, enkelvoudig ruitpatroon met variabele kromming: de sinussen hebben dezelfde periode, maar elke sinus heeft een andere amplitude waardoor de kromming verandert.  
p.92



Gebogen, dubbel ruitpatroon met variabele kromming: de sinussen hebben dezelfde periode, maar per twee sinussen verandert de amplitude waardoor ook de kromming verandert.  
p.93



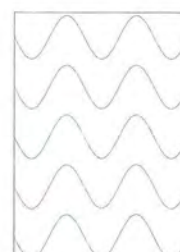
Gebogen, enkelvoudig diagonaalpatroon: een diagonaalpatroon met gebogen vouwen waarbij één periode van de sinus één travee overspant.  
p.94



Gebogen, dubbel diagonaalpatroon: een diagonaalpatroon met gebogen vouwen waarbij één periode van de sinus twee traveeën overspant.  
p.95



Gebogen diagonaalpatroon met gebogen vouwen tussen de sinusfuncties: de sinussen raken elkaar niet, maar zijn verbonden met een gebogen vouw.  
p.96



Gebogen visgraatpatroon: de sinusfuncties worden verbonden door gebogen vouwen. Als de rode en blauwe sinussen dezelfde amplitude hebben, is er geen kromming.  
p.97

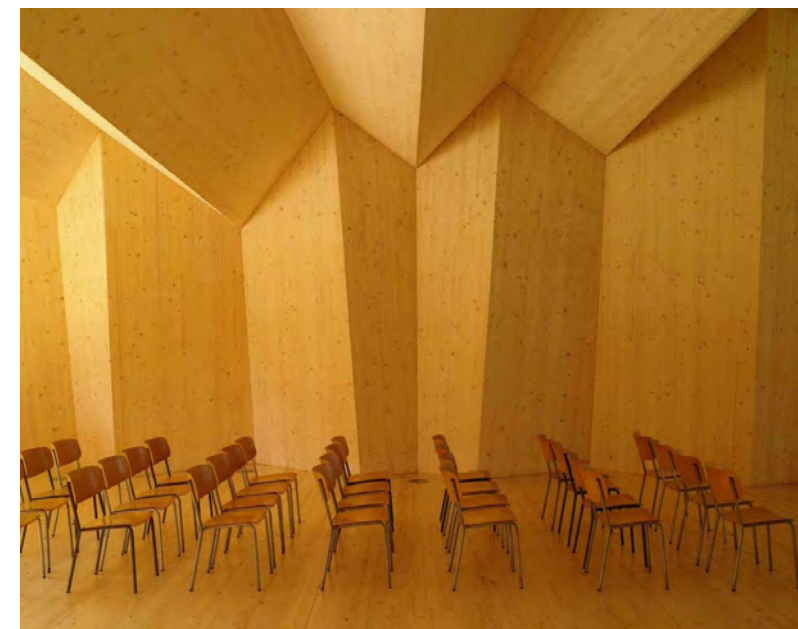
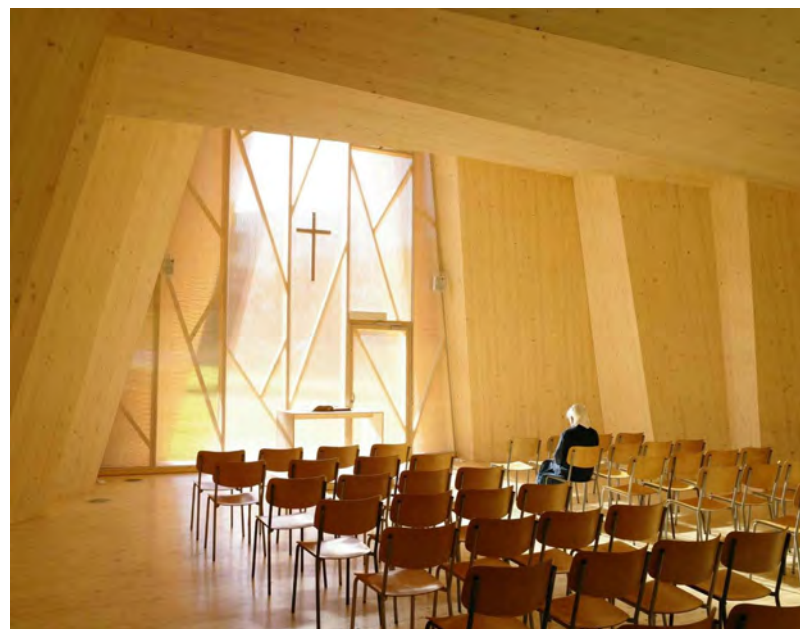
# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

TYPOLOGIES OF INTERESTING STRUCTURES : straight folding and curved folding ARCHITECTURAL APPLICATION TODAY  
Engineer Architect Yves Weinand, Chapel of the Saint-Loup Monastery, Pompaples (Switzerland).

Yves Weinand

Professor of Timber Construction at EPFL Lausanne, where is director of the research laboratory IBOIS.  
IBOIS is a transdisciplinary laboratory both active in the Institute of Architecture and in the  
Institute of Civil and Environmental Engineering.

Founder of the 'Bureau d'Etudes Weinand in Liege.



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

TYPOLOGIES OF INTERESTING STRUCTURES : straight folding and curved folding ARCHITECTURAL APPLICATION TODAY

<https://weinand.be/> A PRECURSOR IN THE SUSTAINABLE APPLICATION OF WOOD IN LARGE STRUCTURES

Timber Pavilion of the Vidy-Lausanne Theatre, Switzerland.

A new system for the construction of lightweight wooden structures. For the first time a double layer folded timber plate structure with solely integral mechanical attachments was build in 2017.

Link to more information: "Integrally attached timber folded surface structures: geometrical, experimental and numerical study, IBOIS, Andrea Stitic" :

<https://www.epfl.ch/labs/ibois/research/previousresearch/integrally-attached-timber-folded-surf-structures/>

Annen Head Office, Manternach, Luxembourg.

The Annen Head Office Project consists in a series of 23 vaults with spans ranging from 22.5 m to 53.7 m. The project will accommodate a 5800m<sup>2</sup> facility including a timber prefabrication factory space and offices.





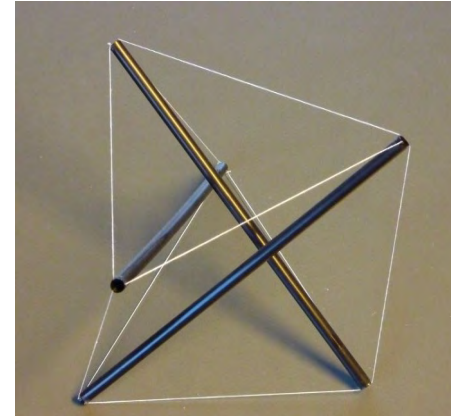
# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

## TYOLOGIES OF STRUCTURES: Tensegrity.

Tensegrity was introduced by Richard Buckminster Fuller in the 1960s, as a contraction of “tensional integrity”. The stiff and strong compressed elements do not touch each other and are interconnected by thin tensile wires or cables.

Tensegrity is a concept whose terminology and theory derive from Fuller, but in whose formulation and constructive elaboration many others took part, especially Fuller's students. Tensegrity is an anticlassical approach to structure and construction, and it implies a reversal in perception: what appears to be compactly standing and solid proves to be suspended and ephemeral. Fuller was the first to notice this reversal with respect to the wire wheel, and he recognized it as a revolution in construction. However, for him, tensegrity is also a philosophical model of coherence. By what is something held together, then, if not the compact mass? By increasingly thin tensile members that border on the spiritual.

## TENSEGRITY

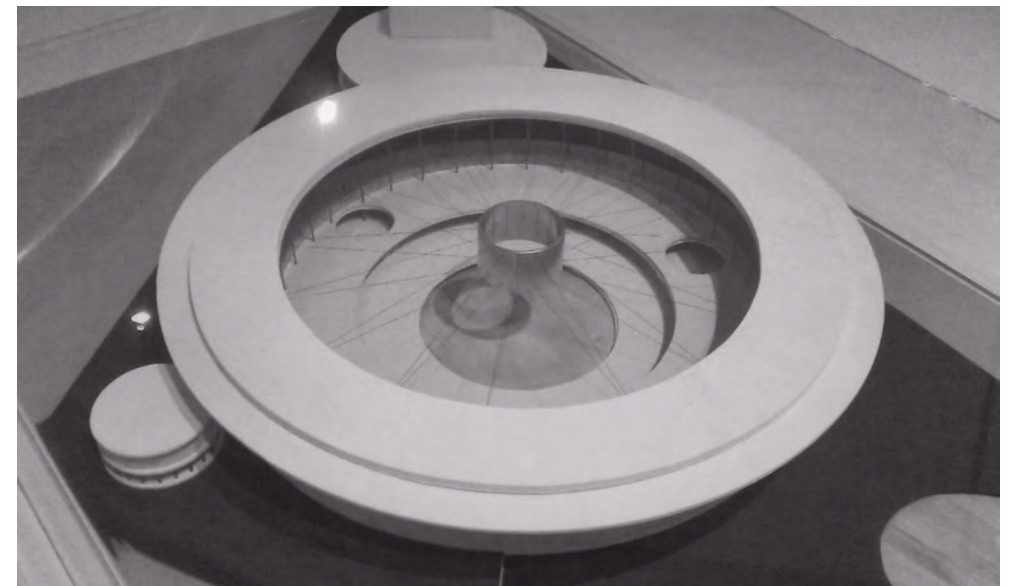


# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

TYPOLOGIES OF STRUCTURES: Tensegrity, application in architecture.

American Pavilion, Brussels, Expo 1958, arch Edward D. Stone, engineers Köln Wesseling Eisenbau (W. Cornelius).

Bicycle wheel tensegrity construction with a span of 92 m.

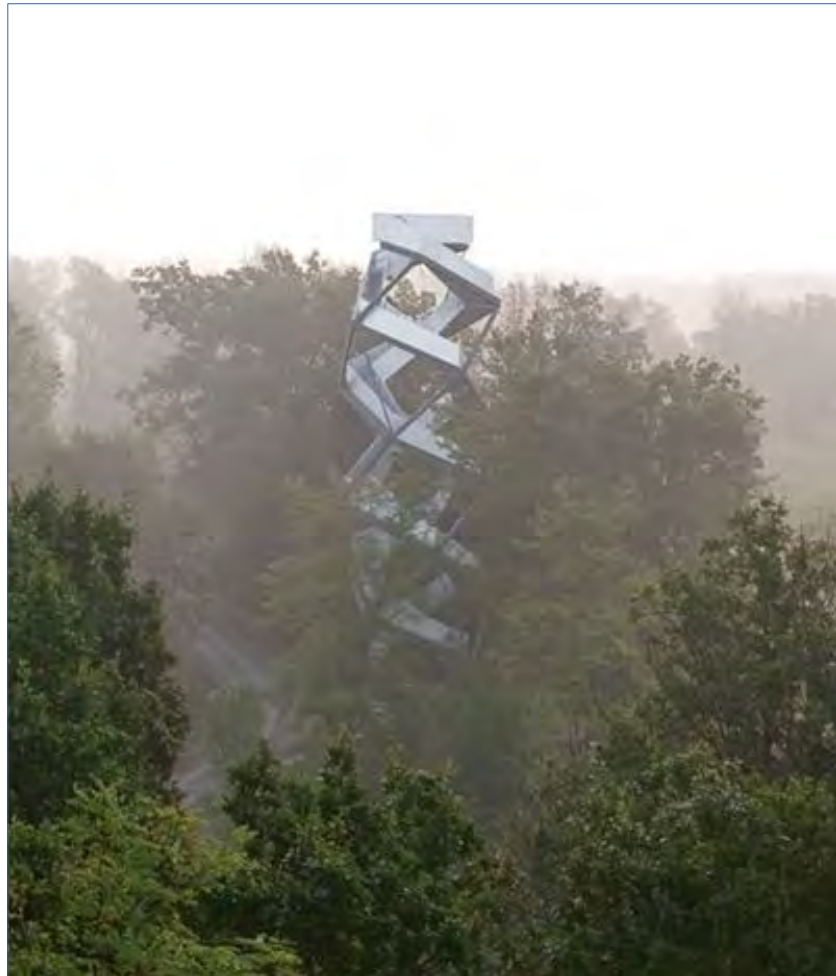


# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

TYPOLOGIES OF STRUCTURES: Tensegrity, application in architecture.

Observation Tower Murturm, Mureck, Austria. Architects Loenhart & Mayr.

A double helix, one stairway up, one stairway down. The stairs work in compression and are interconnected with tensile elements.



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

TYPOLOGIES OF STRUCTURES: Tensegrity, application in architecture.

Blur Bulding, “Let’s make a cloud”, architects Diller & Scofidio, Swiss Expo 2002, Yverdon-les-Bains, Neuchatel Lake, Switzerland.

A tensegrity structure cantilevering out of only 4 steel columns.



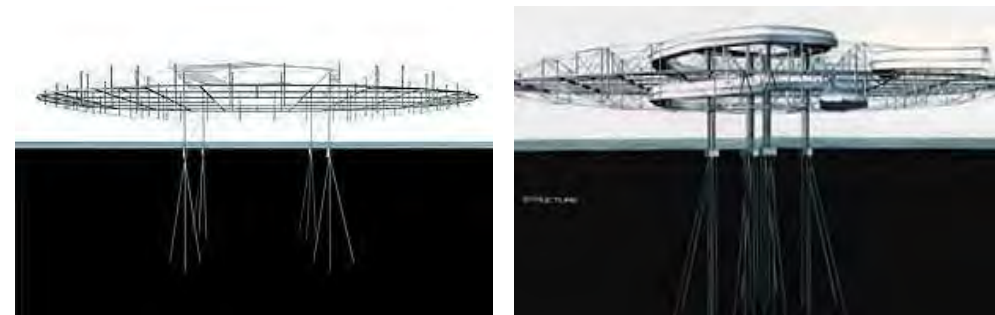
# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

TYOLOGIES OF STRUCTURES: Tensegrity, application in architecture.

Blur Bulding, "Let's make a cloud", architects Diller & Scofidio, Swiss Expo 2002, Yverdon-les-Bains, Neuchatel Lake, Switzerland.

A temporary tensegrity structure cantilevering out of only 4 steel columns.

In the top of the cloud was a 'rooftop'-bar where you could taste hundreds of different mineral waters from all over the world.



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

## TYOLOGIES OF STRUCTURES: RECIPROCAL STRUCTURES

Self supporting structures made out of three or more beams, to make roofs or bridges without centre support.

Basic principle.

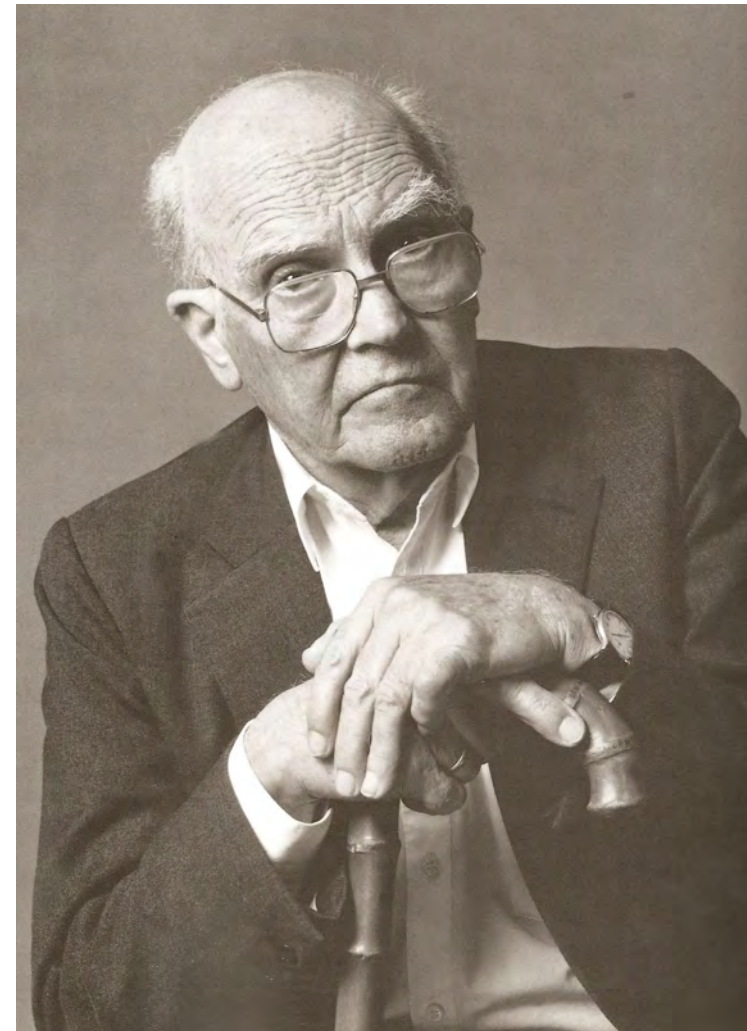
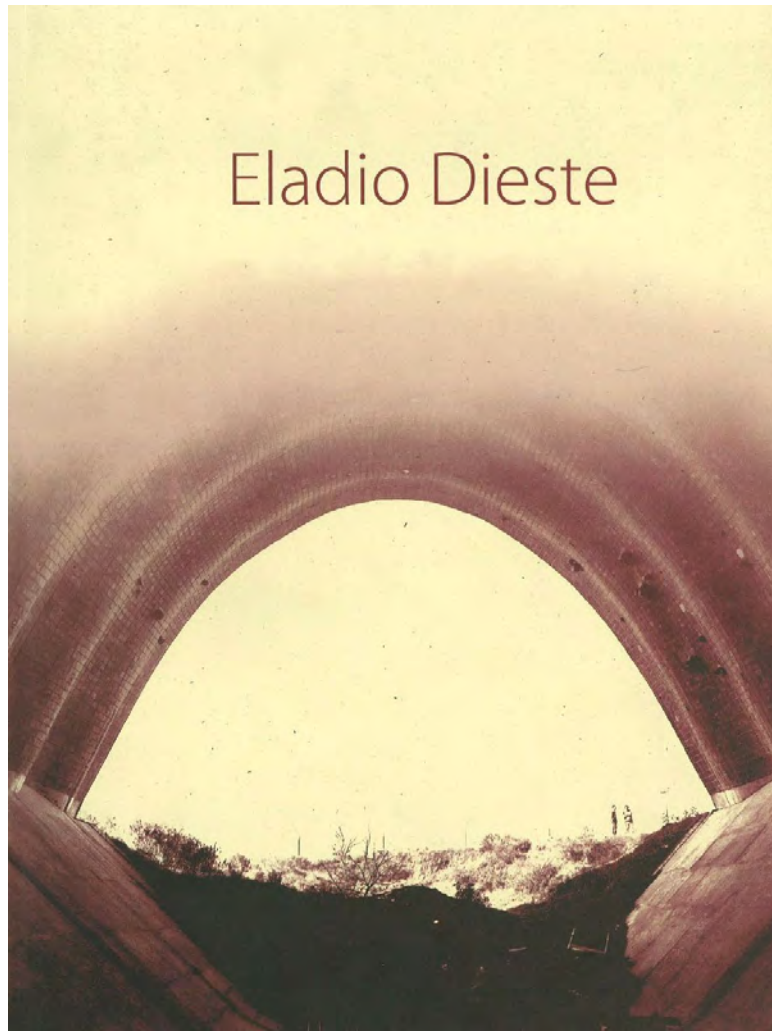


Student work at KULeuven



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

THE WORK OF ENGINEER ELADIO DIESTE - Uruguay, 1/12/1917 – 29/07/2000.



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

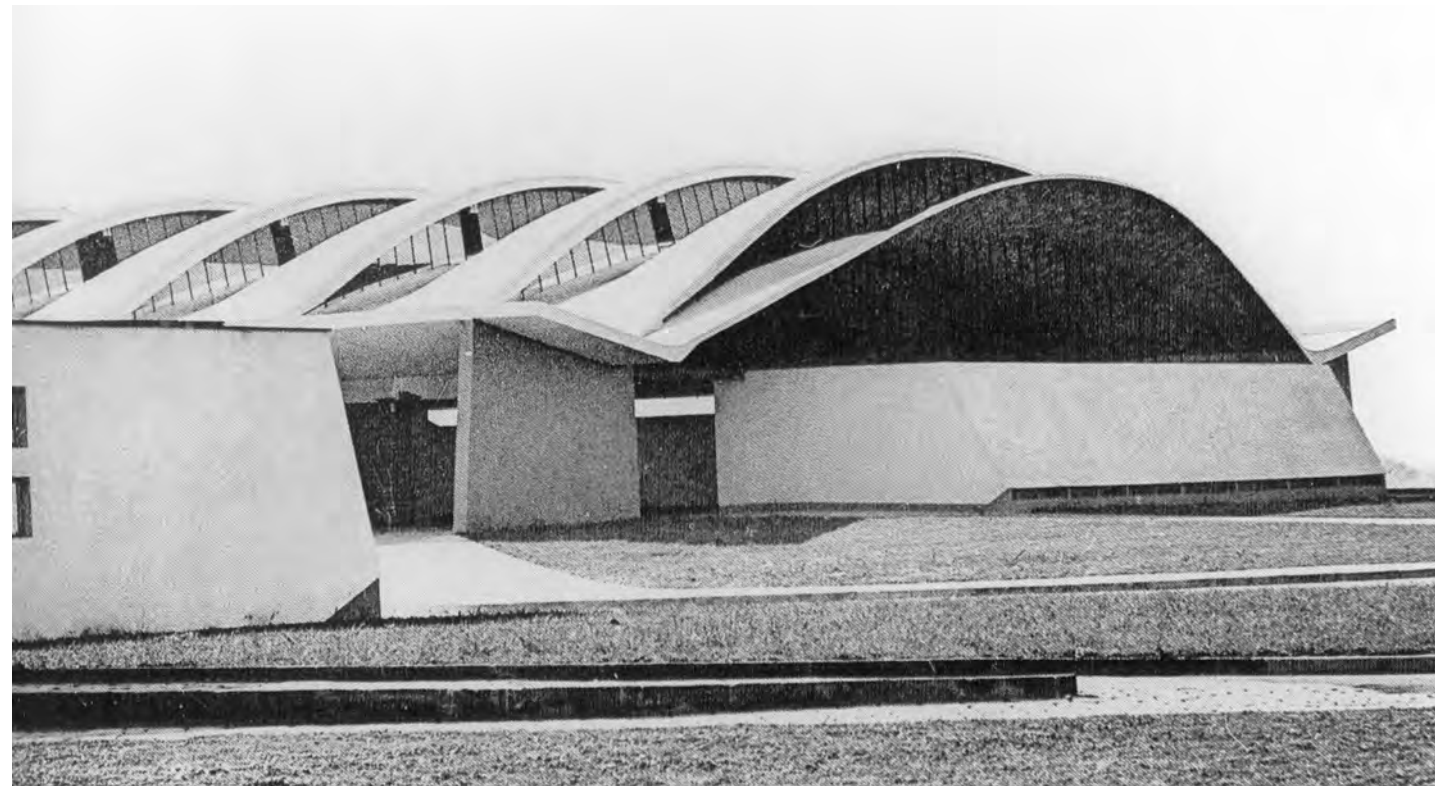
THE WORK OF ENGINEER ELADIO DIESTE - Uruguay, 1/12/1917 – 29/07/2000.





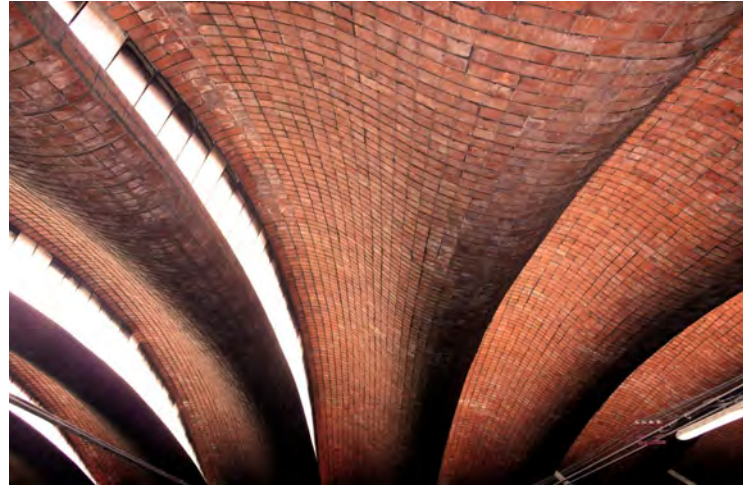
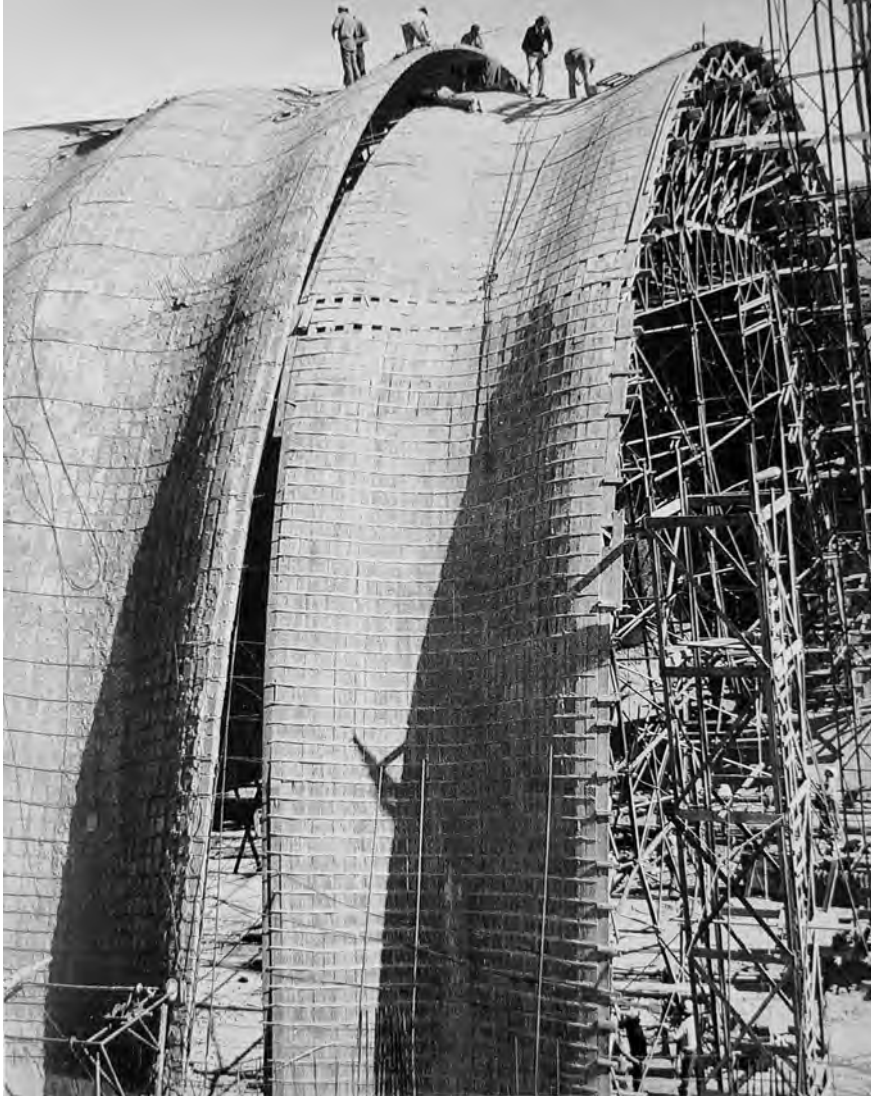
# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

## THE WORK OF ENGINEER ELADIO DIESTE



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

## THE WORK OF ENGINEER ELADIO DIESTE



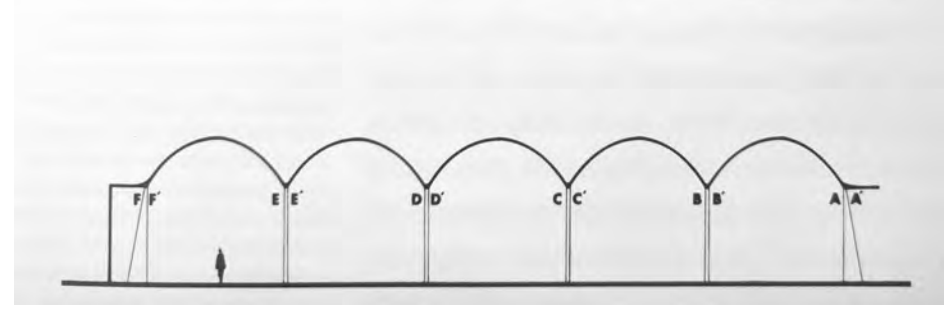
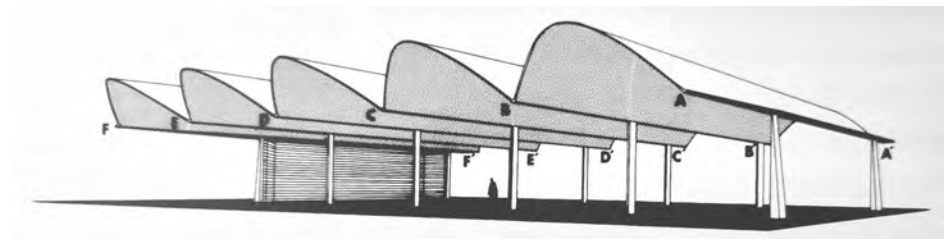
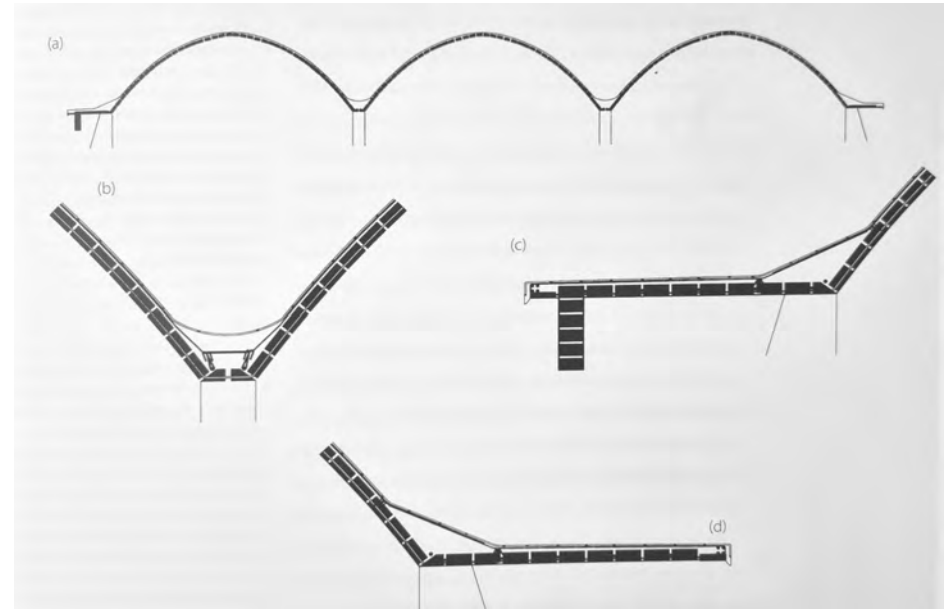
# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

## THE WORK OF ENGINEER ELADIO DIESTE



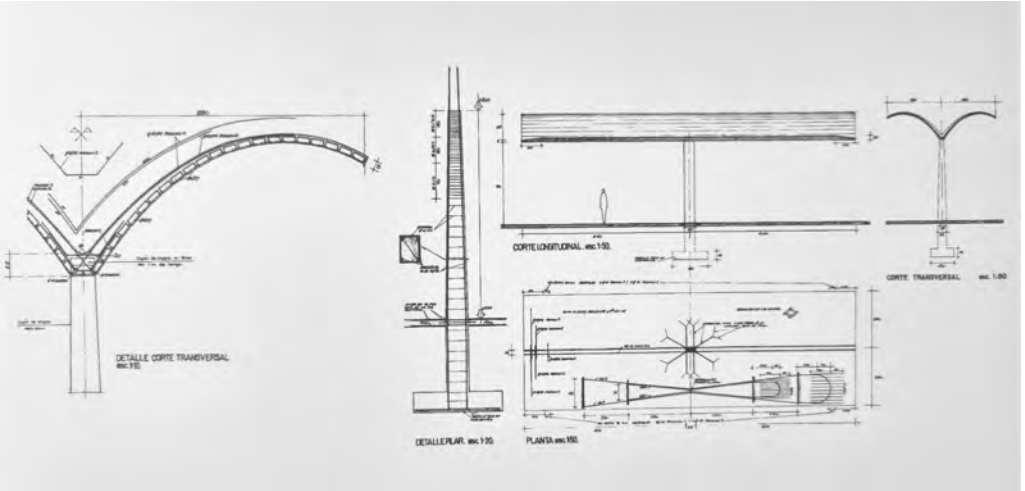
# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

## THE WORK OF ENGINEER ELADIO DIESTE



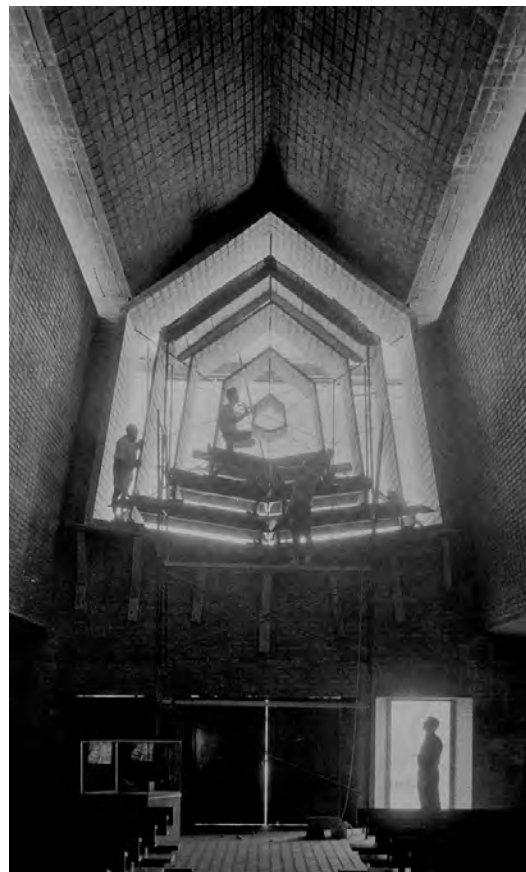
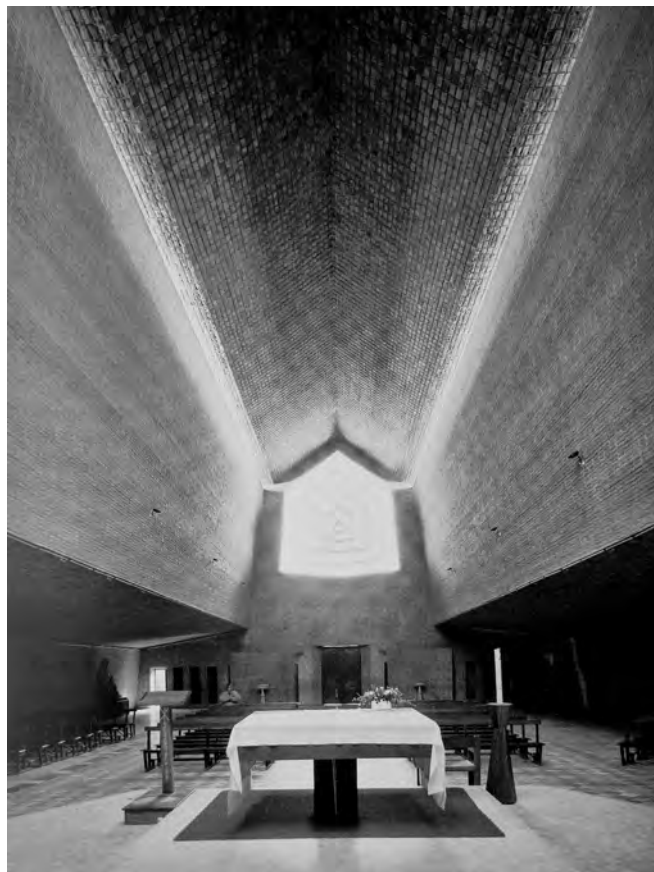
# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

## THE WORK OF ENGINEER ELADIO DIESTE



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

## THE WORK OF ENGINEER ELADIO DIESTE



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS  
DEN TRAVOO – AFFORDABLE HOUSING & SOCIAL HOUSING - HOEILAART



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

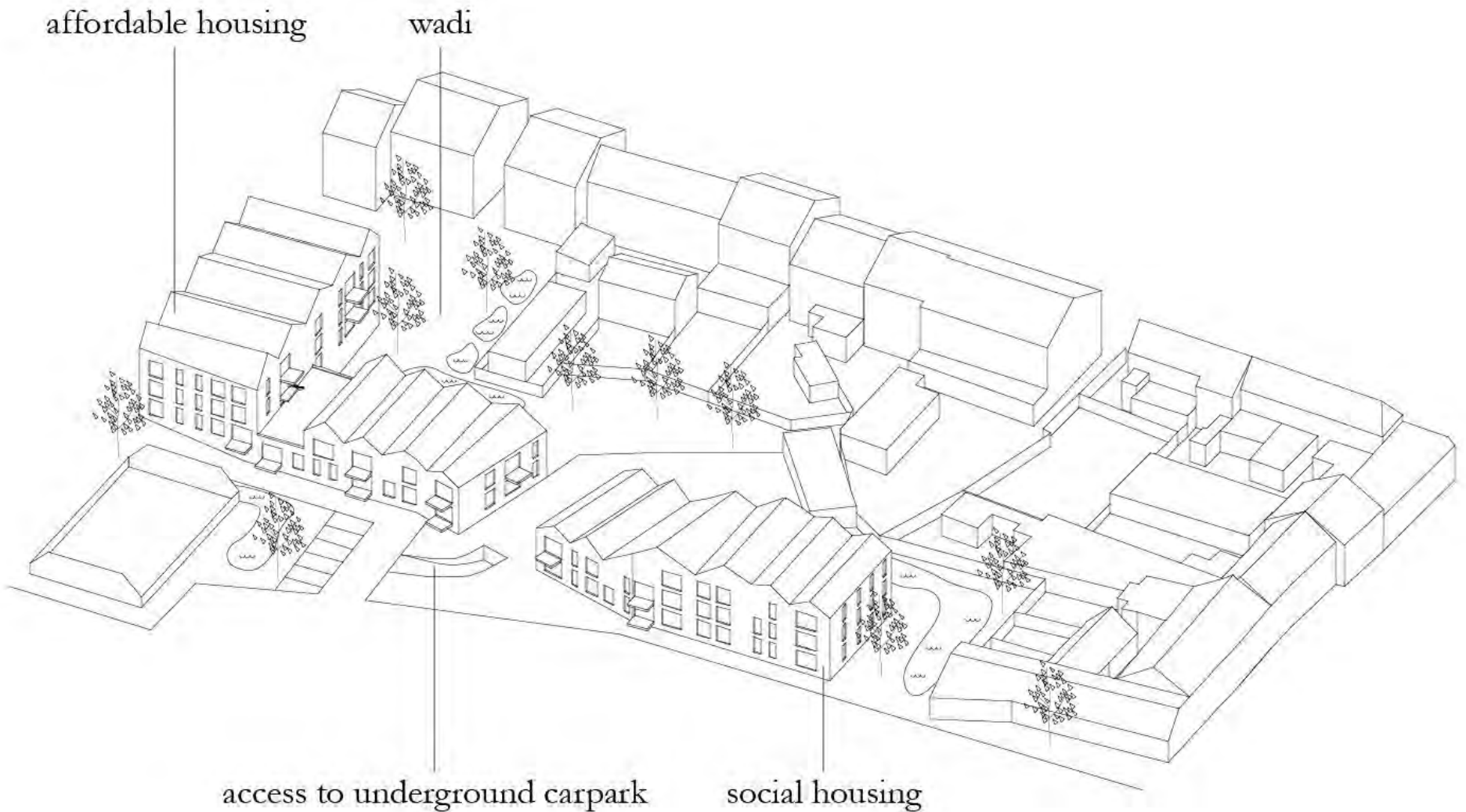
VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS  
DEN TRAVOO – AFFORDABLE HOUSING & SOCIAL HOUSING - HOEILAART





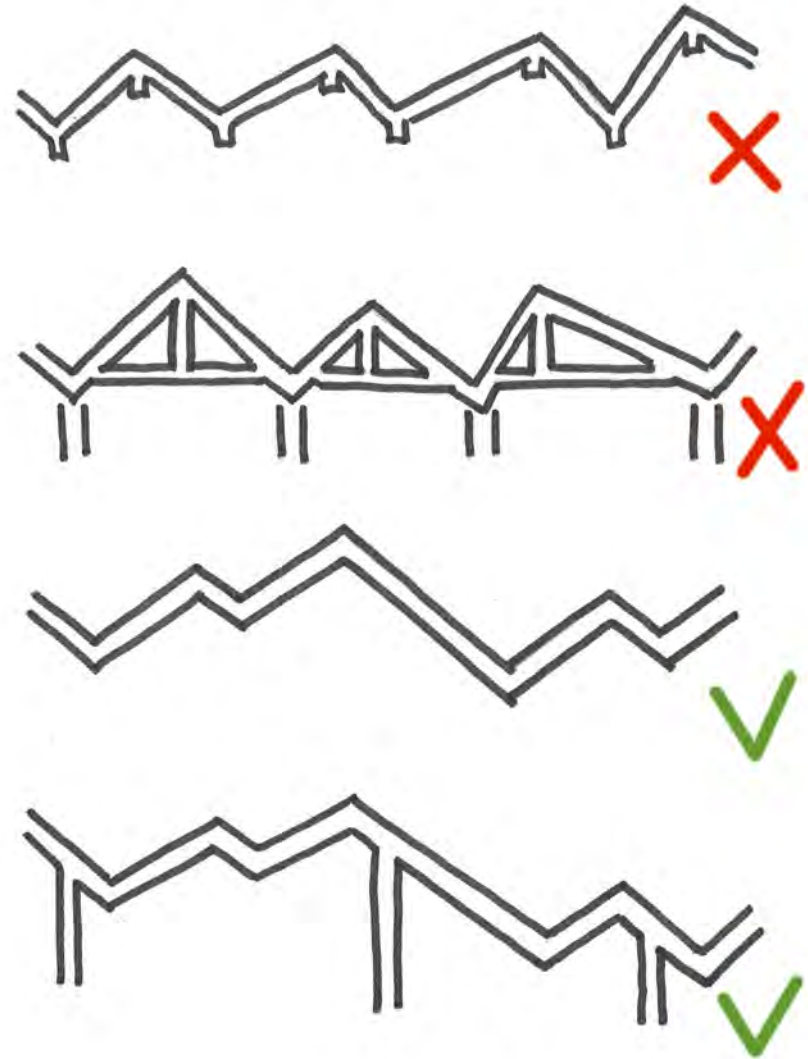
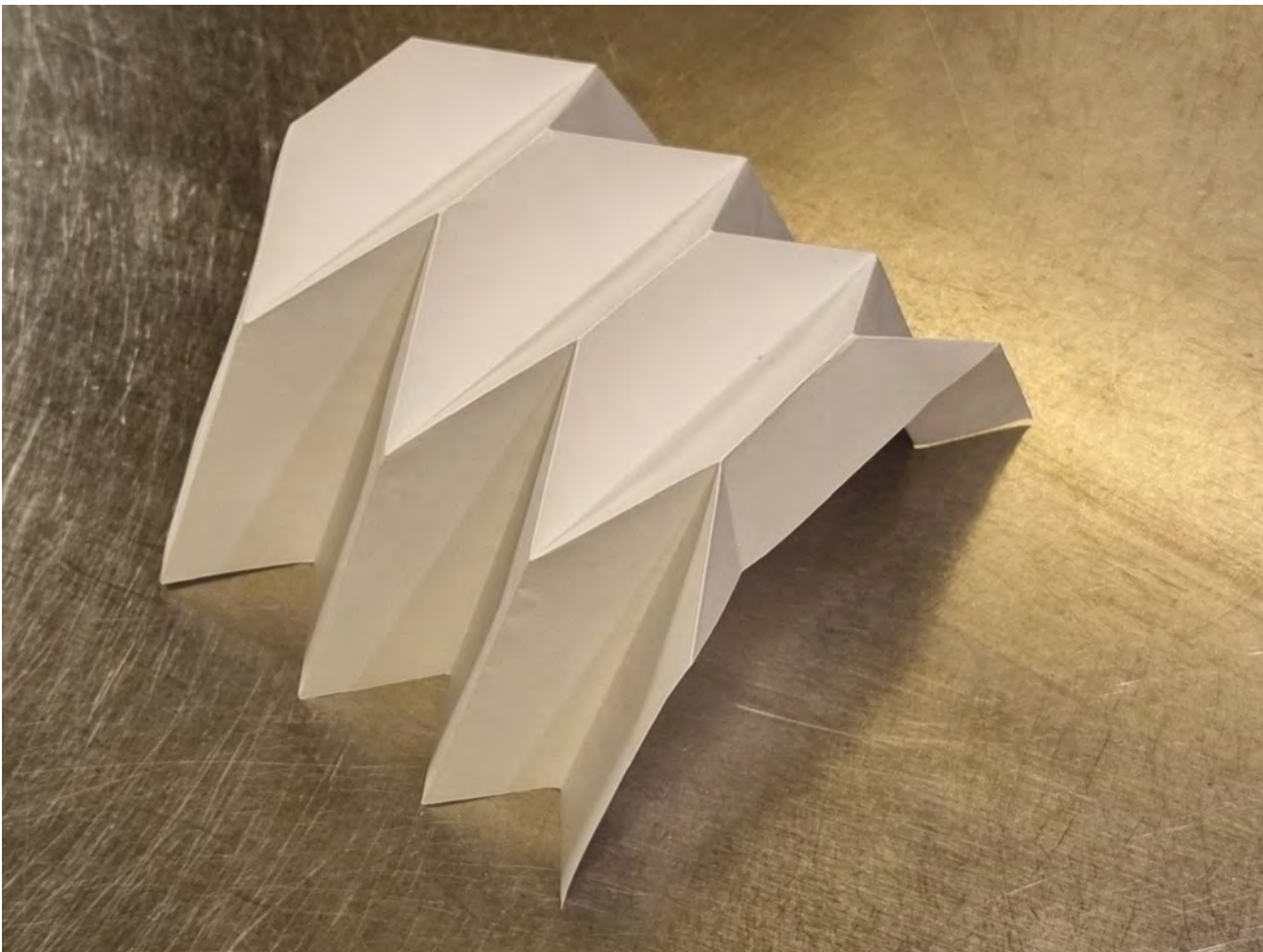
# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS  
DEN TRAVOO – AFFORDABLE HOUSING & SOCIAL HOUSING - HOEILAART



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS  
DEN TRAVOO – AFFORDABLE HOUSING & SOCIAL HOUSING - HOEILAART



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS

DEN TRAVOO – AFFORDABLE HOUSING & SOCIAL HOUSING - HOEILAART



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS

DEN TRAVOO – AFFORDABLE HOUSING & SOCIAL HOUSING - HOEILAART



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS  
DEN TRAVOO – AFFORDABLE HOUSING & SOCIAL HOUSING – HOEILAART

Cheap origami architecture with wooden planks, hammers and nails.



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS

DEN TRAVOO – AFFORDABLE HOUSING & SOCIAL HOUSING - HOEILAART



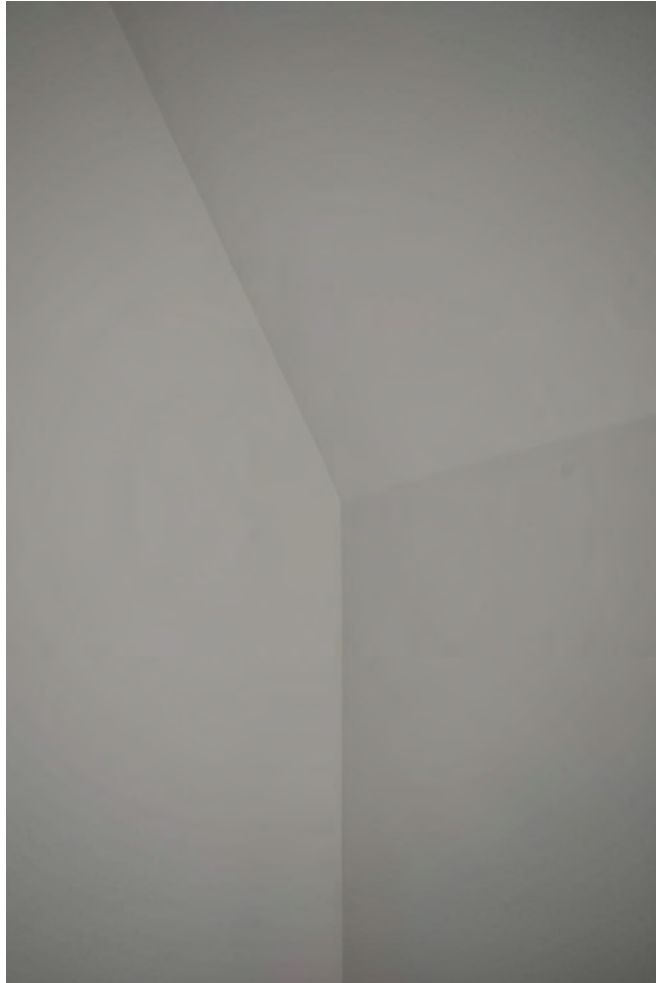
# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS  
DEN TRAVOO – AFFORDABLE HOUSING & SOCIAL HOUSING - HOEILAART



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS  
DEN TRAVOO – AFFORDABLE HOUSING & SOCIAL HOUSING - HOEILAART





# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

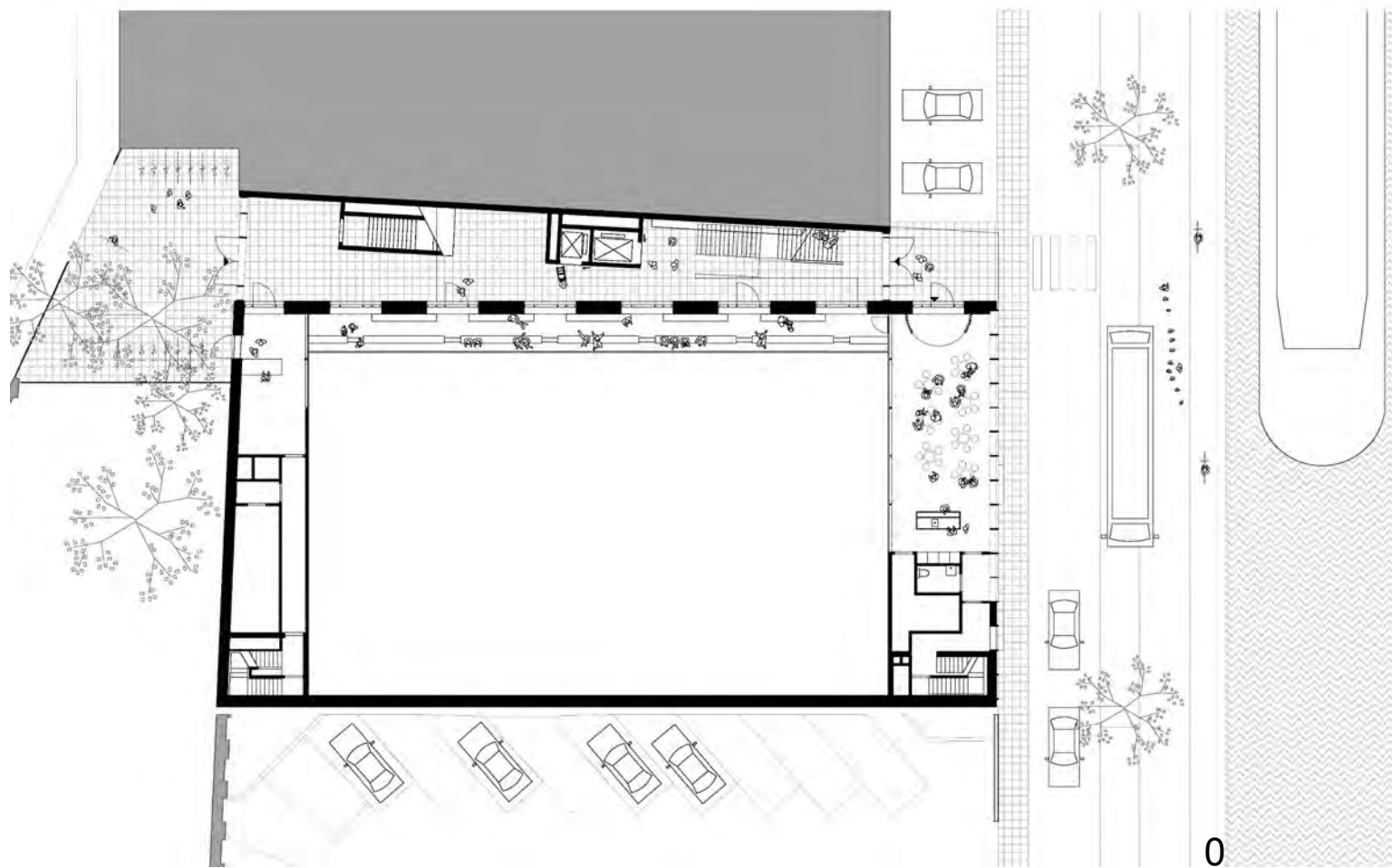
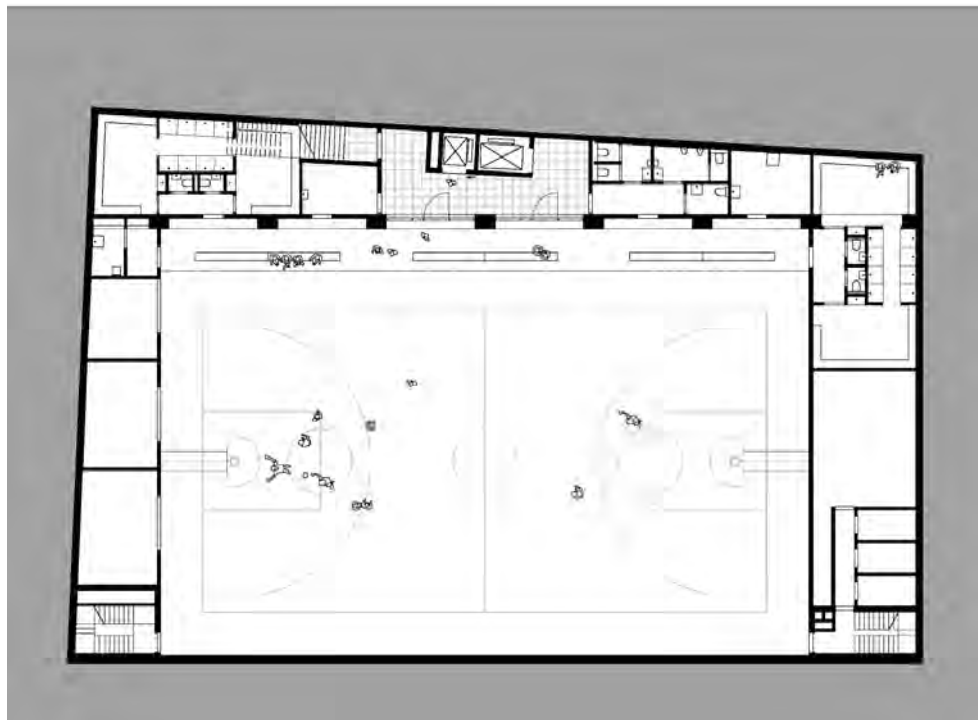
VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS

AMAL – SPORTS HALL – BOXING CLUB – KINDERGARTENS - MOLENBEEK



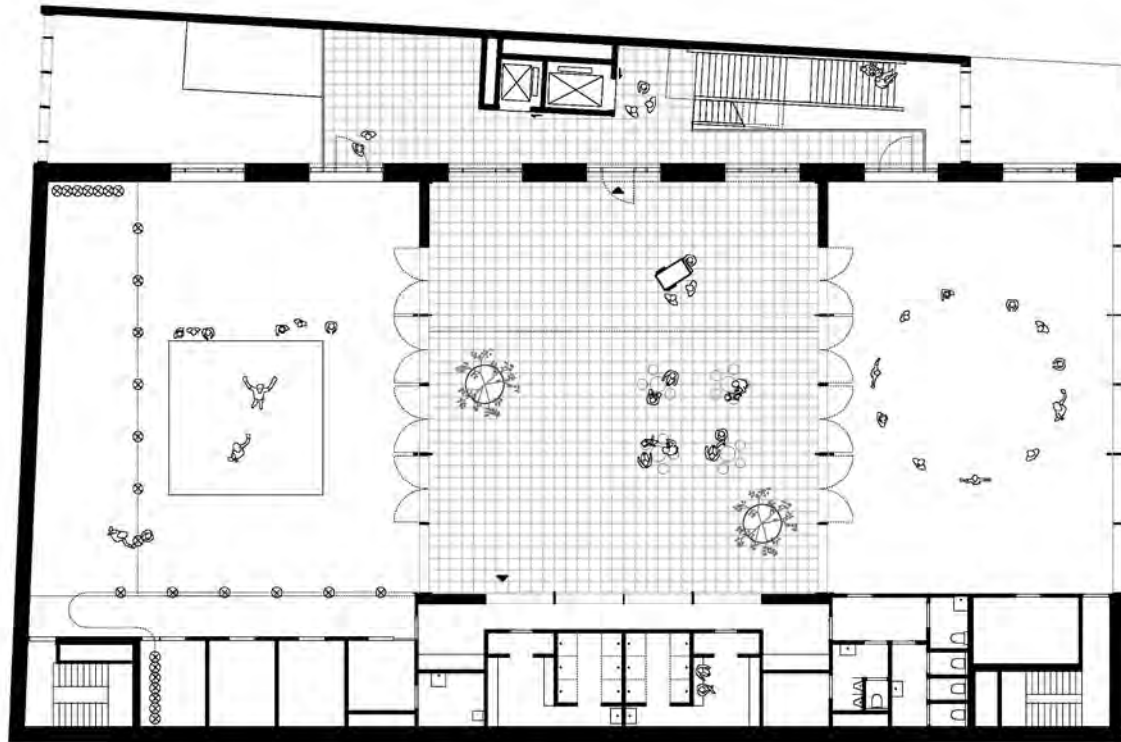
# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS  
AMAL – SPORTS HALL – BOXING CLUB – KINDERGARTENS - MOLENBEEK



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

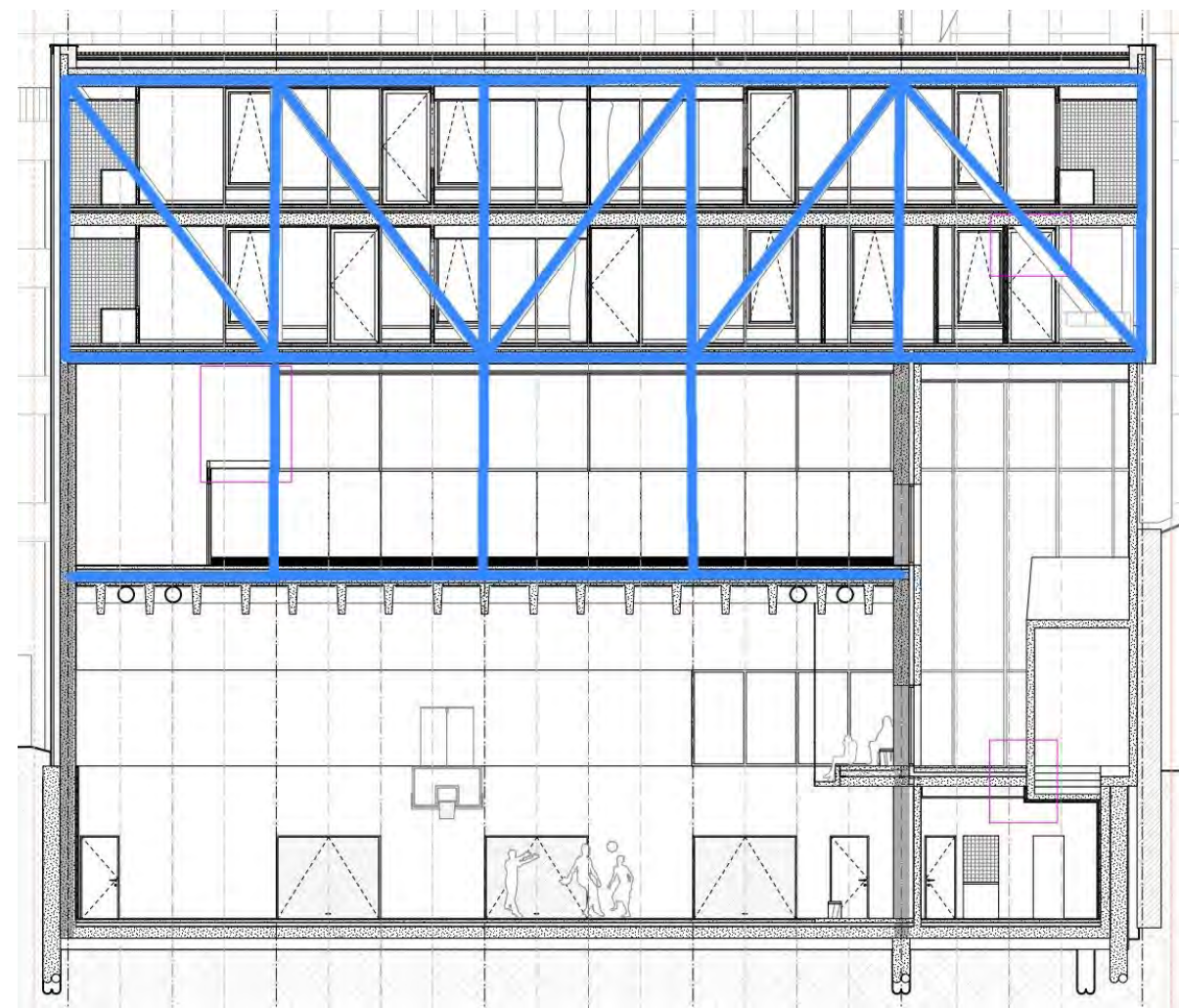
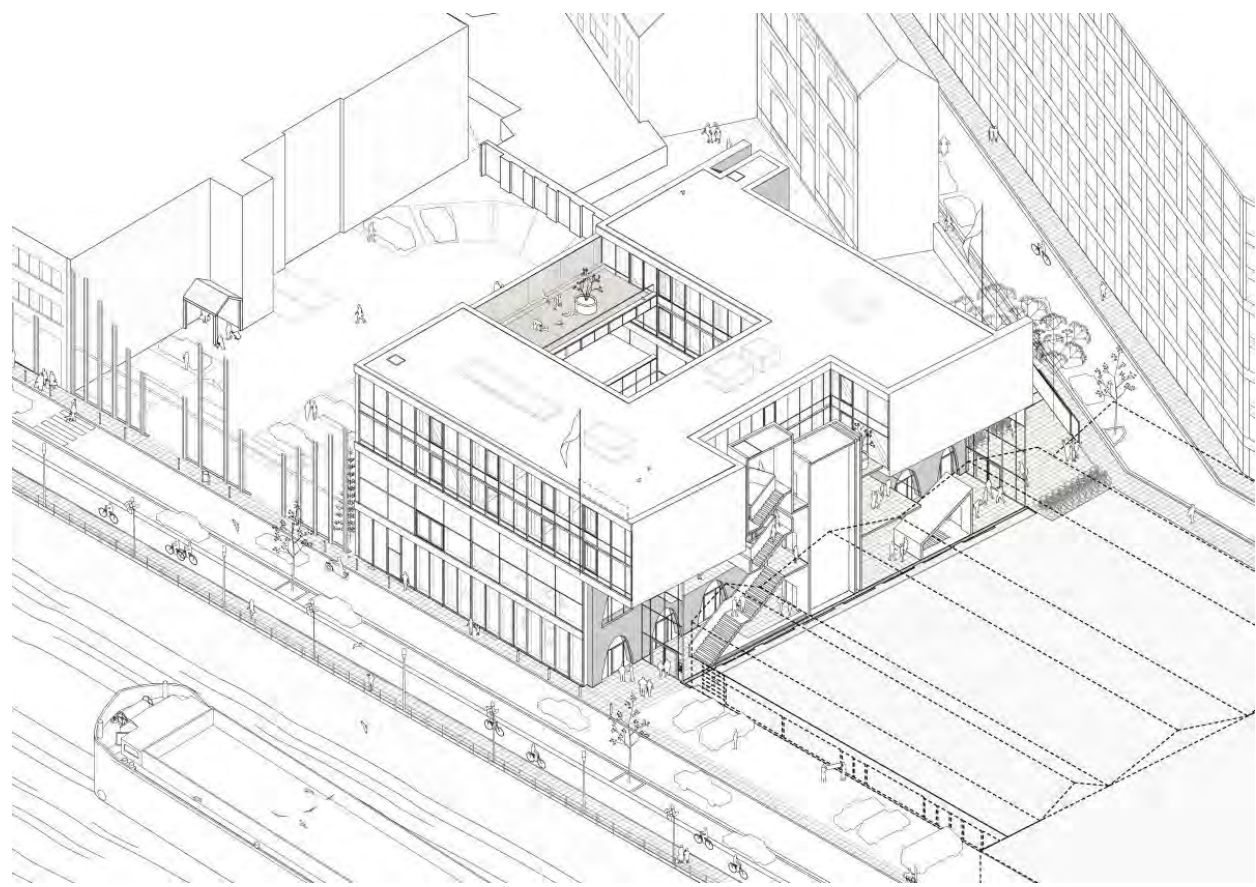
VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS  
AMAL – SPORTS HALL – BOXING CLUB – KINDERGARTENS – MOLENBEEK



+1  
+2 (+3)

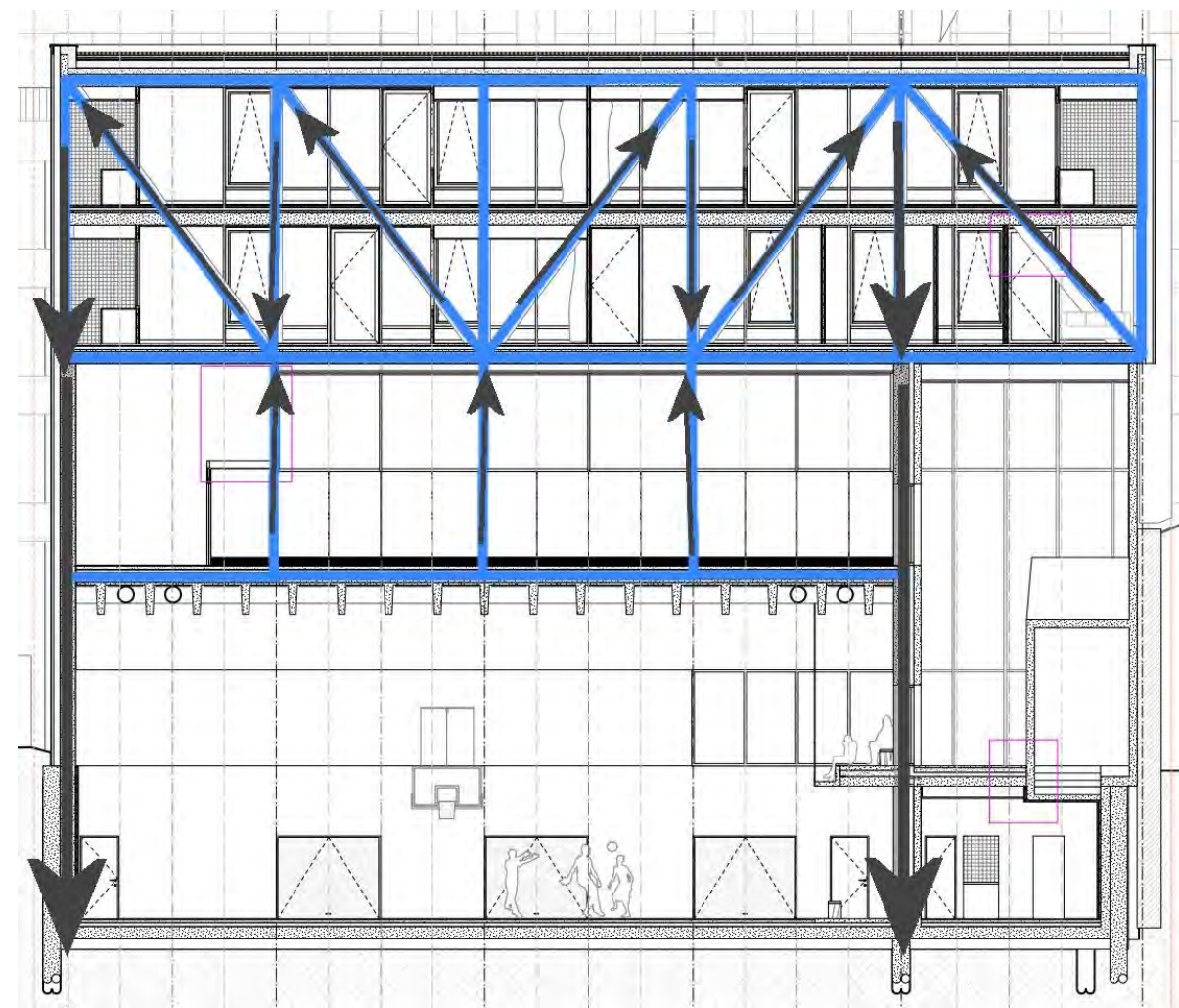
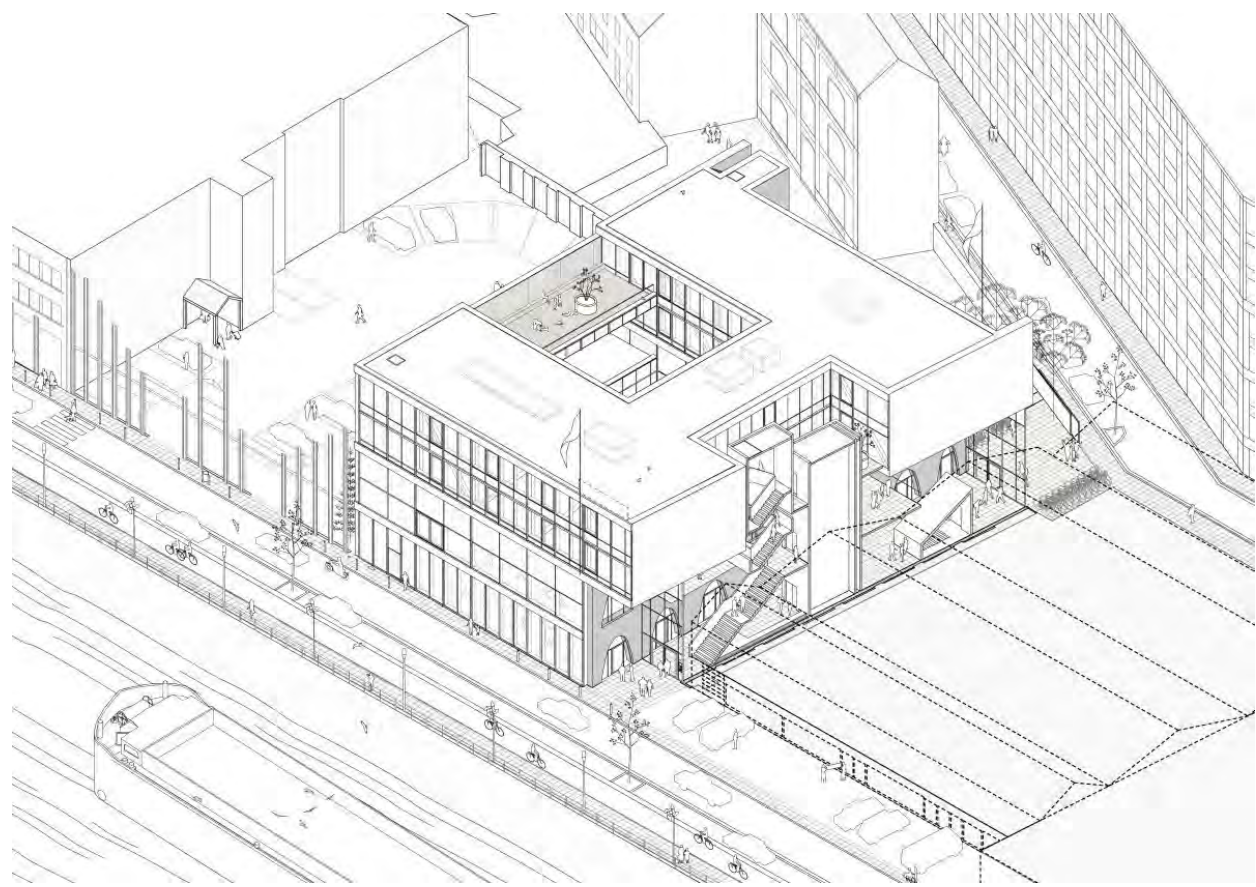
# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS  
AMAL – SPORTS HALL – BOXING CLUB – KINDERGARTENS - MOLENBEEK



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS  
AMAL – SPORTS HALL – BOXING CLUB – KINDERGARTENS - MOLENBEEK



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS

AMAL – SPORTS HALL – BOXING CLUB – KINDERGARTENS - MOLENBEEK



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS  
AMAL – SPORTS HALL – BOXING CLUB – KINDERGARTENS - MOLENBEEK



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS

AMAL – SPORTS HALL – BOXING CLUB – KINDERGARTENS - MOLENBEEK





# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS

AMAL – SPORTS HALL – BOXING CLUB – KINDERGARTENS - MOLENBEEK



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS  
AMAL – SPORTS HALL – BOXING CLUB – KINDERGARTENS - MOLENBEEK



AMAL is shortlisted for EUMies Awards – 2024

Our project Amal Amjahid – community facility along the canal in Molenbeek, Brussels Region, Belgium – is one of the 40 shortlisted projects for the European Union Prize for Contemporary Architecture – Mies van der Rohe Awards 2024!

# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS

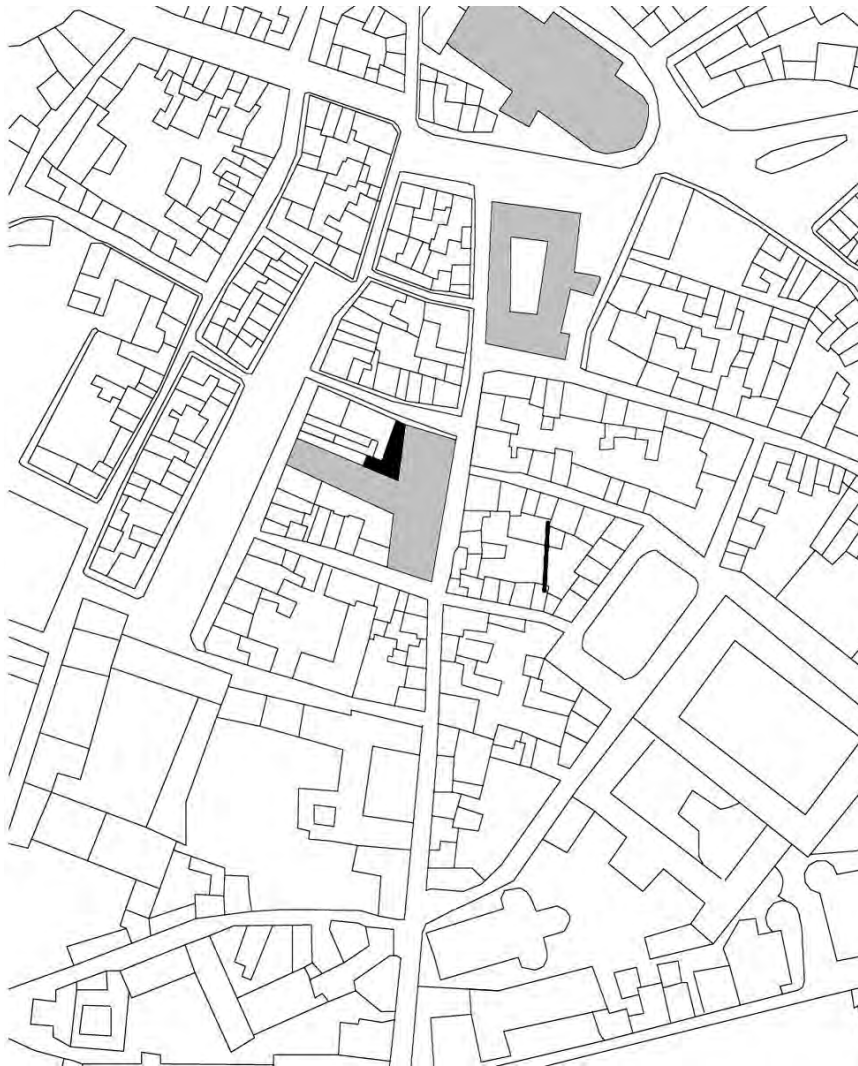
AGFA GEVAERT – BRIDGE BETWEEN TWO EXISTING BUILDINGS - THE CROSSING OF EMPLOYEES AND PIPING – MORTSEL (ANTWERP) - 1982



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

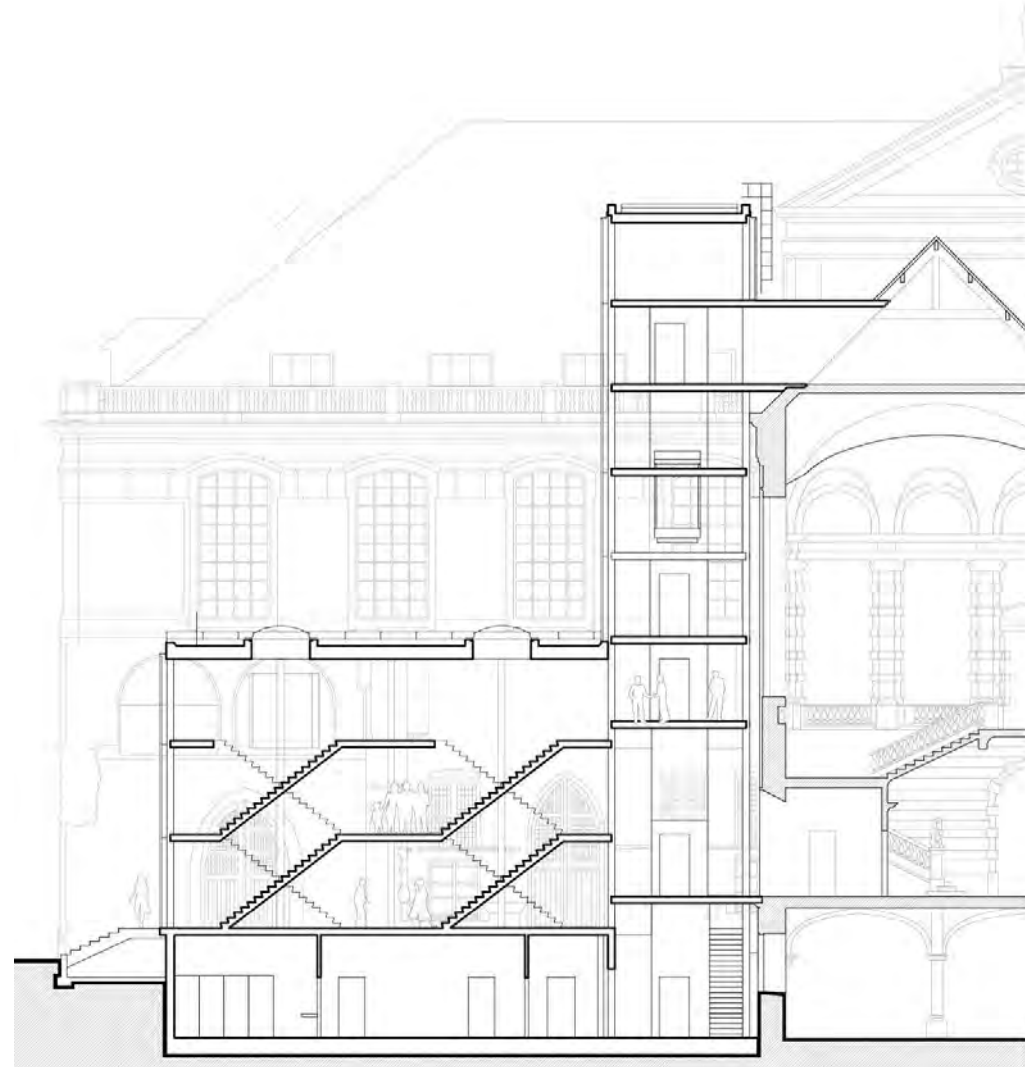
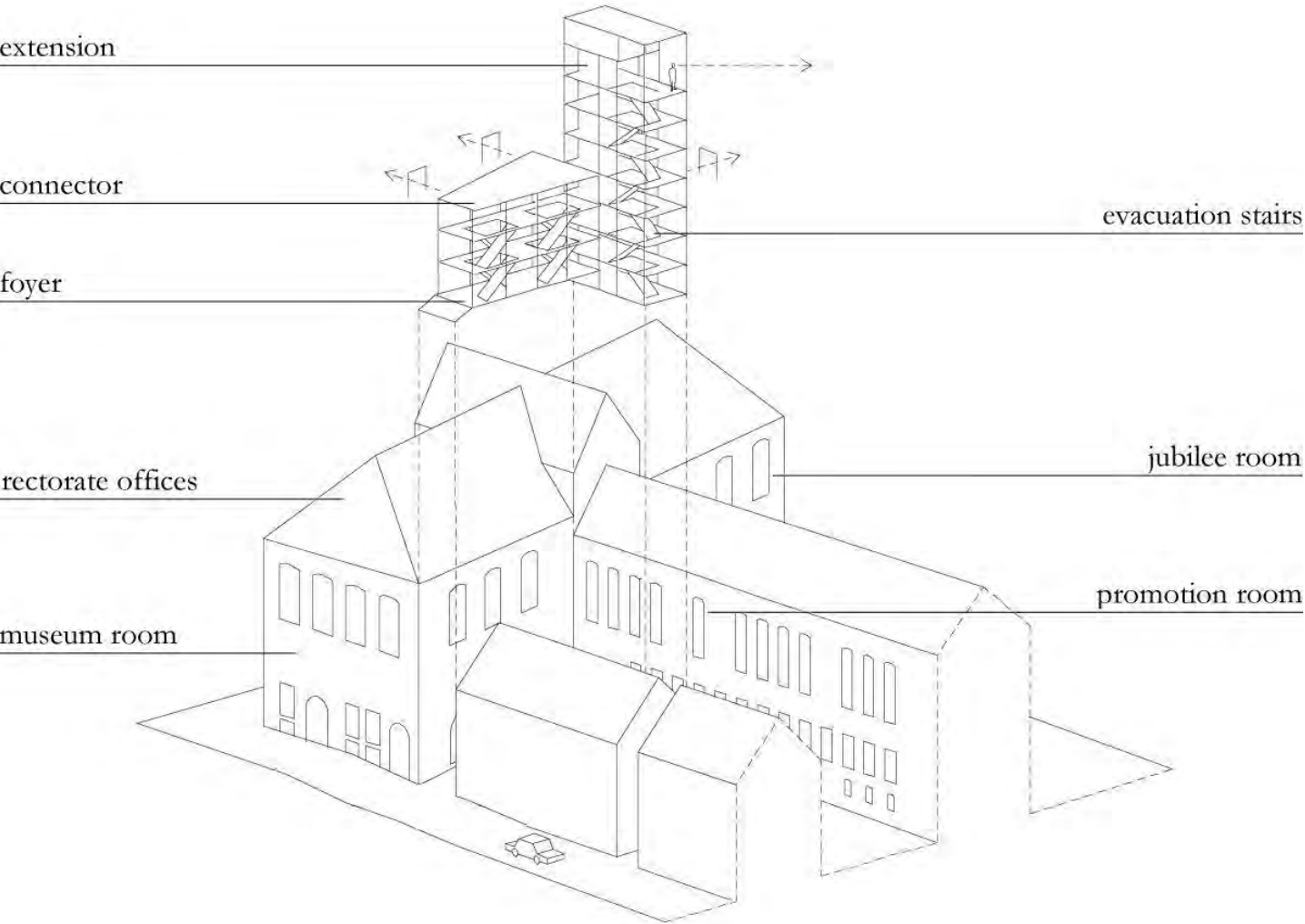
VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS

KULEUVEN – RECTORATE & HISTORIC CORE OF THE UNIVERSITY – EVACUATION STAIRS



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

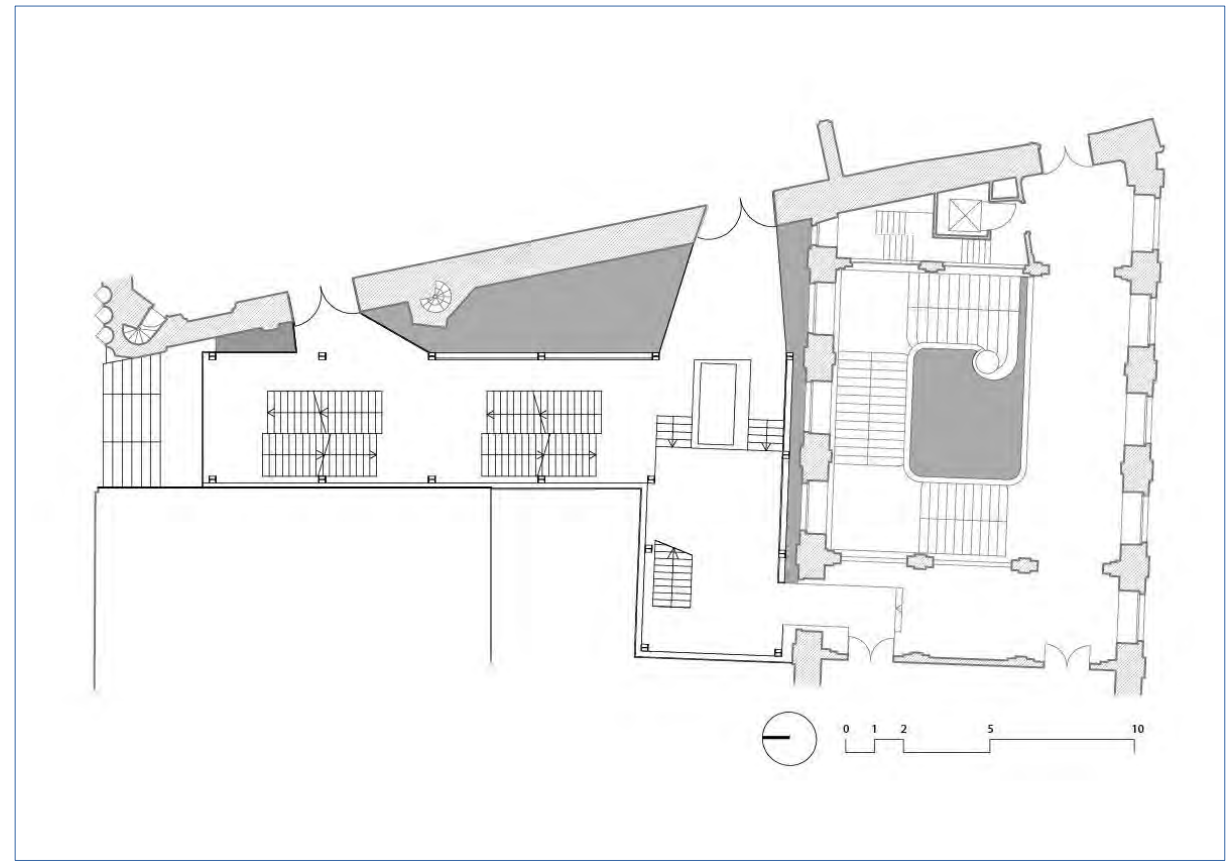
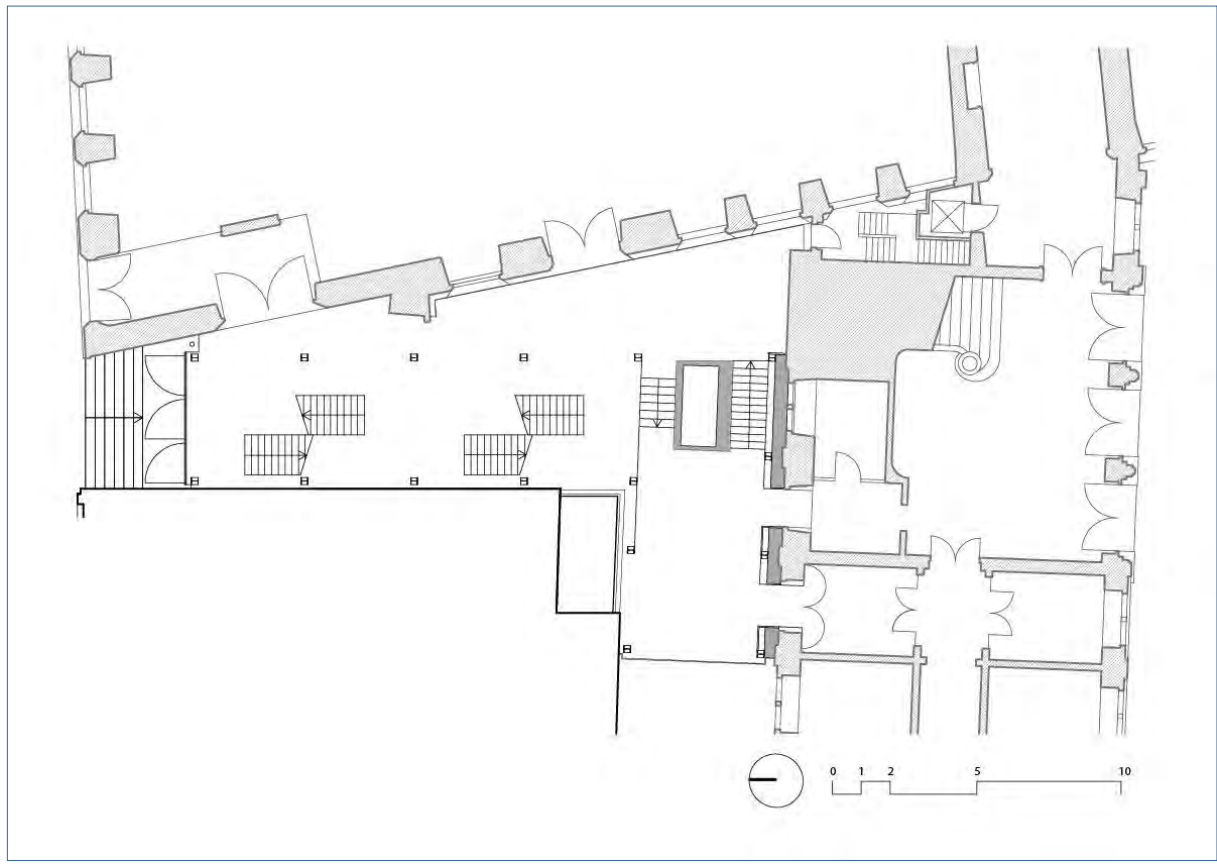
VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS  
KULEUVEN – RECTORATE & HISTORIC CORE OF THE UNIVERSITY – EVACUATION STAIRS



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS

KULEUVEN – RECTORATE & HISTORIC CORE OF THE UNIVERSITY – EVACUATION STAIRS



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS

KULEUVEN – RECTORATE & HISTORIC CORE OF THE UNIVERSITY – EVACUATION STAIRS



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS

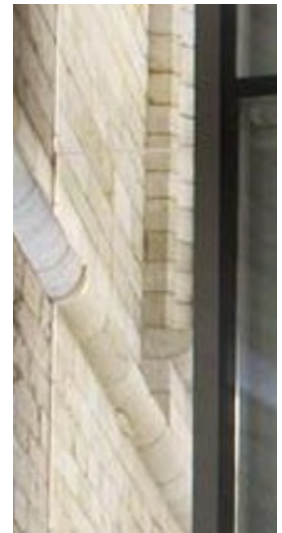
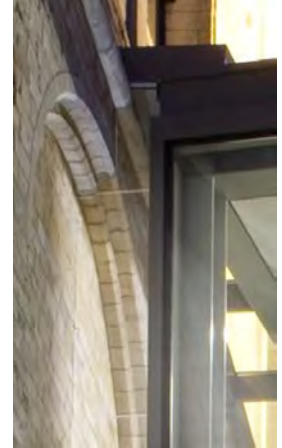
KULEUVEN – RECTORATE & HISTORIC CORE OF THE UNIVERSITY – EVACUATION STAIRS





# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

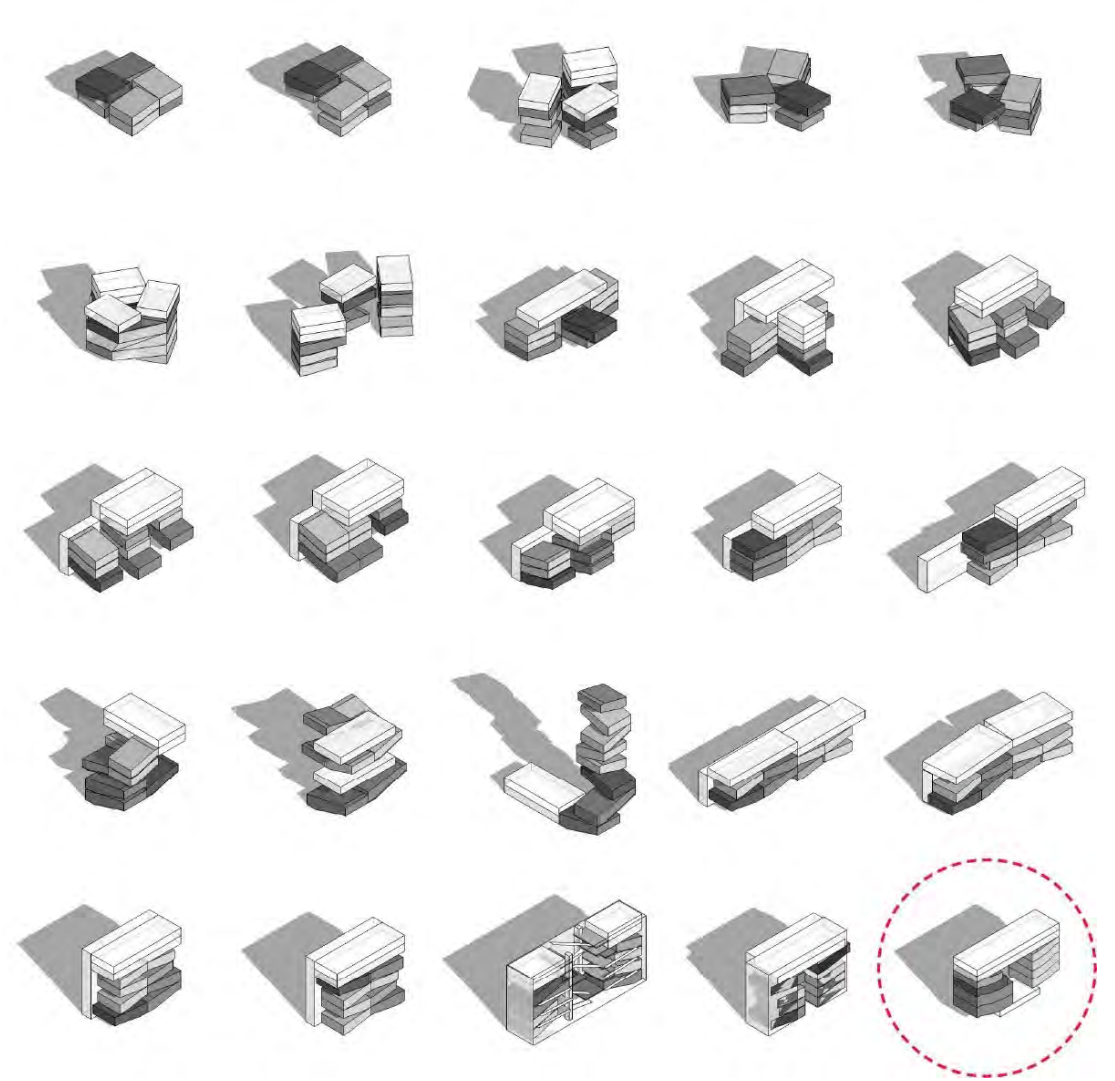
VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS  
KULEUVEN – RECTORATE & HISTORIC CORE OF THE UNIVERSITY – EVACUATION STAIRS



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS

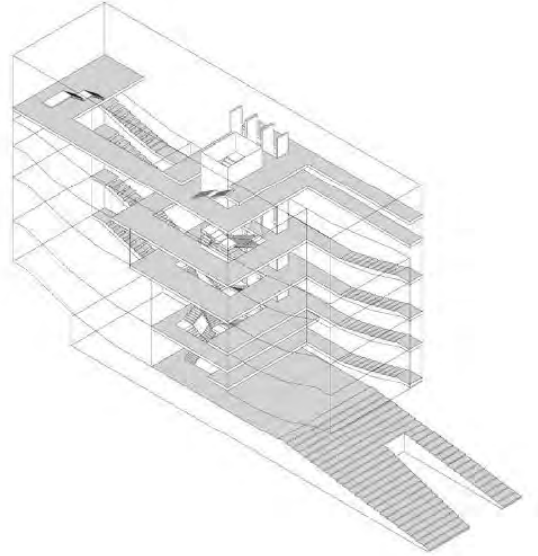
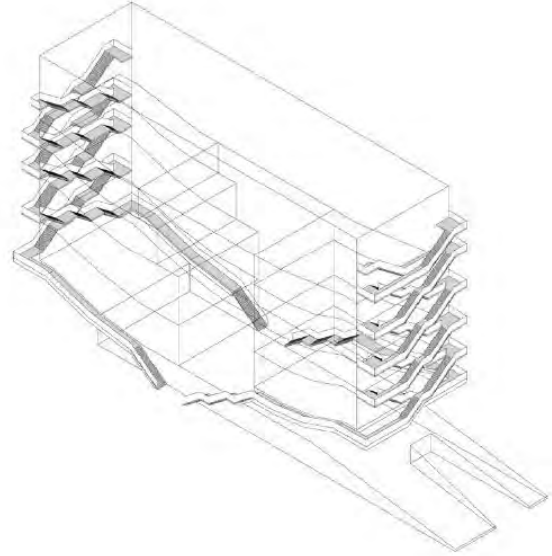
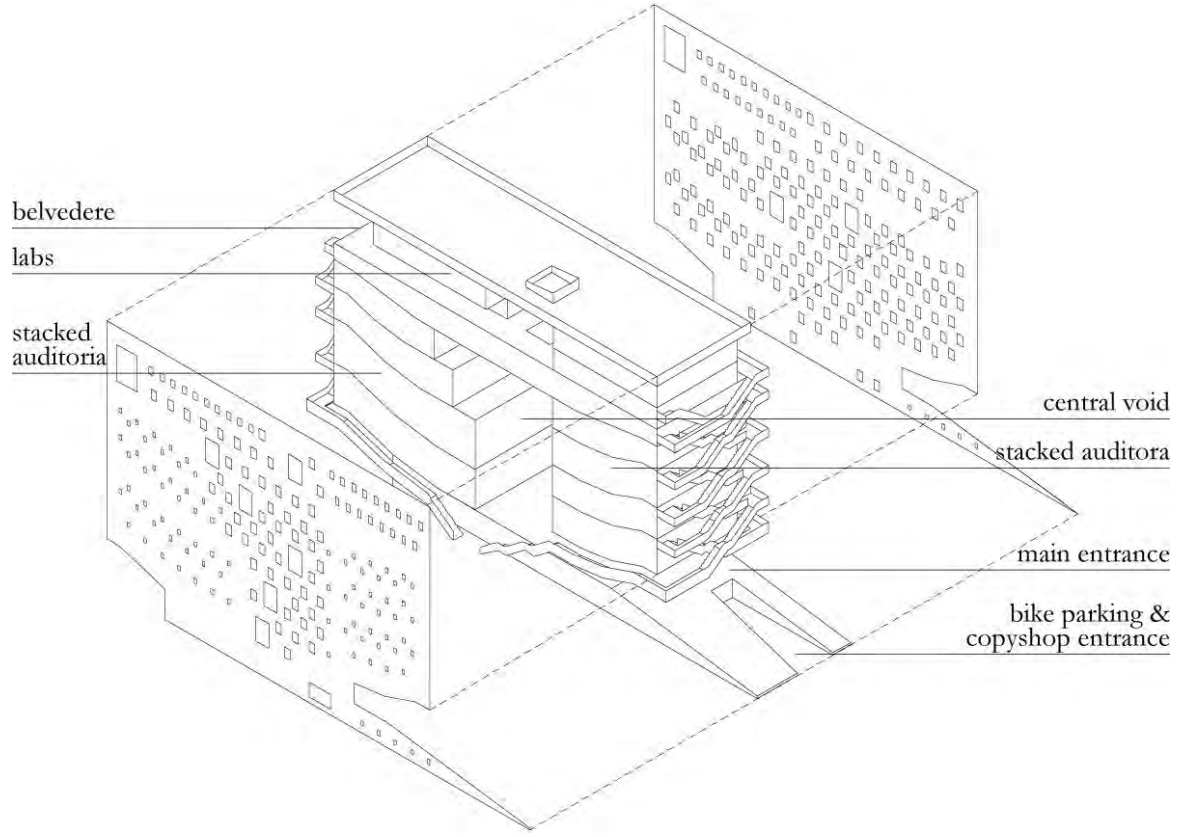
BUILDING "O" – AUDITORIUMS AND BIO RESEARCH LABORATORIES FOR THE UNIVERSITY OF ANTWERP



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS

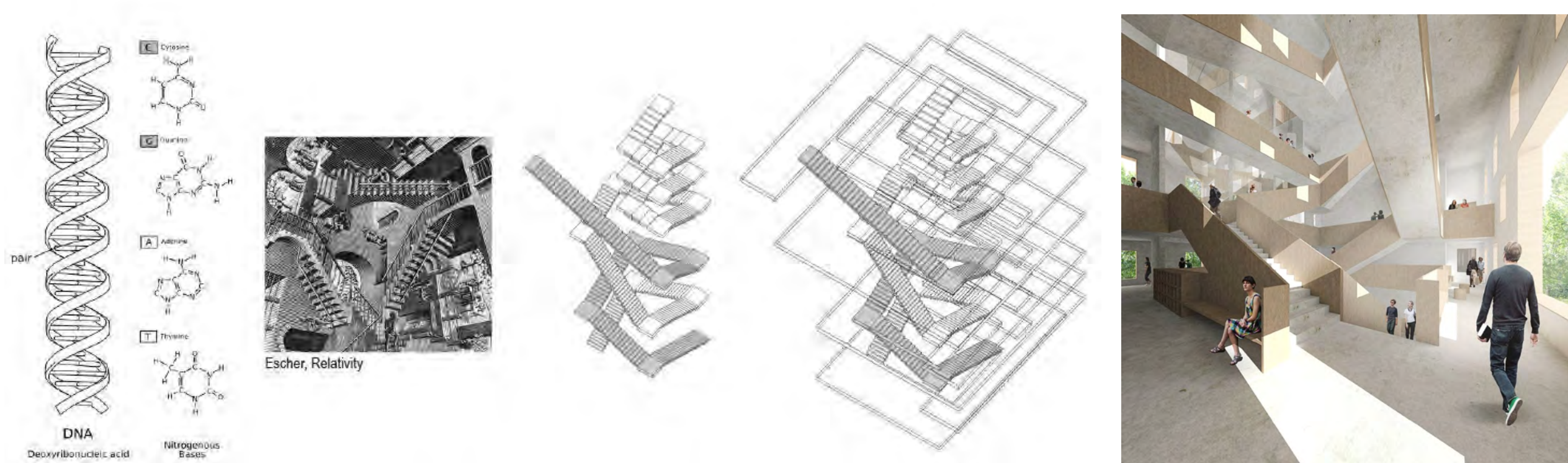
BUILDING "O" – AUDITORIUMS AND BIO RESEARCH LABORATORIES FOR THE UNIVERSITY OF ANTWERP



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS

BUILDING "O" – AUDITORIUMS AND BIO RESEARCH LABORATORIES FOR THE UNIVERSITY OF ANTWERP

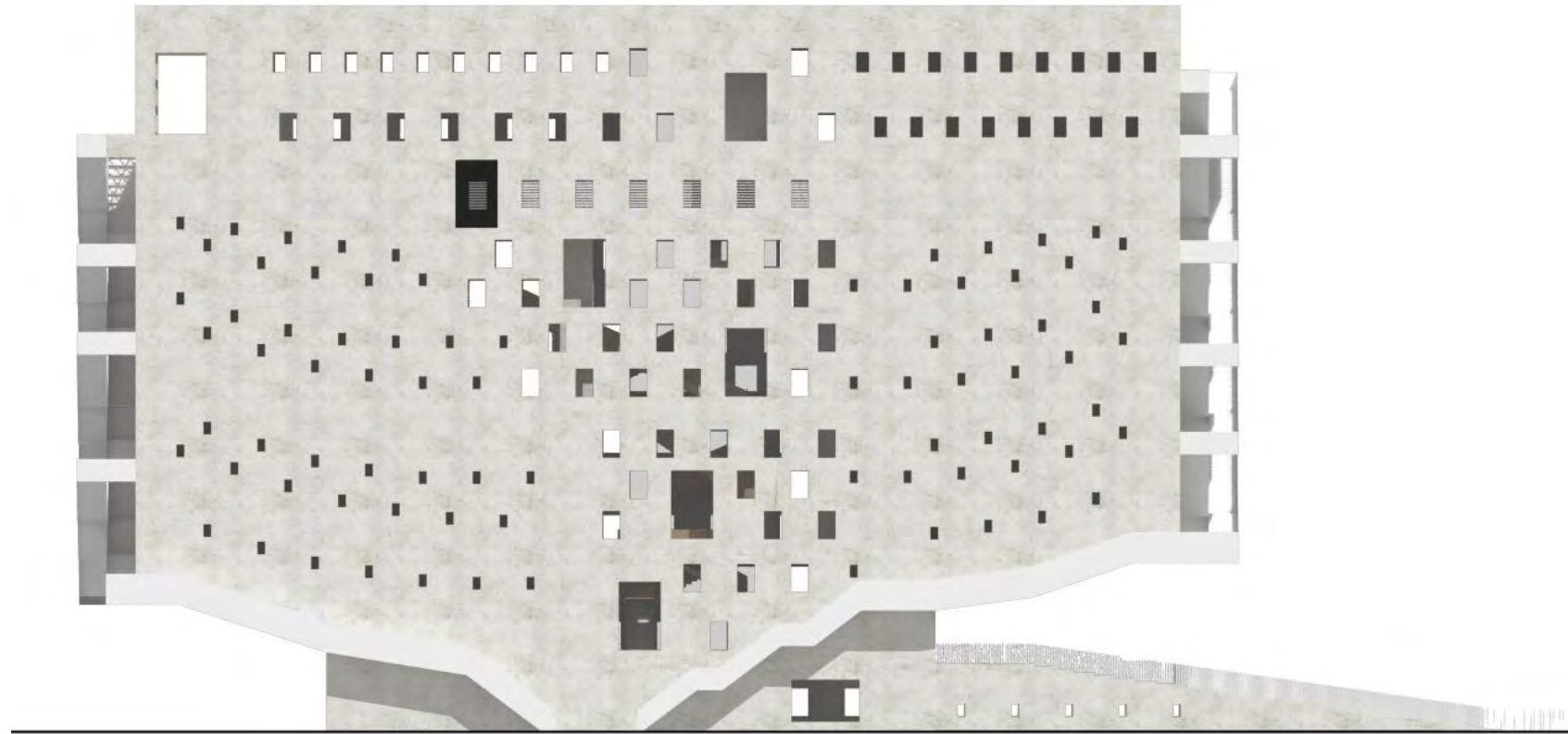


# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS

BUILDING "O" – AUDITORIUMS AND BIO RESEARCH LABORATORIES FOR THE UNIVERSITY OF ANTWERP

Laboratory DNA fingerprint as inspiration for the load bearing facades.



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS  
BUILDING "O" – AUDITORIUMS AND BIO RESEARCH LABORATORIES FOR THE UNIVERSITY OF ANTWERP



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

VITRUVIAN TRIAD : STRUCTURAL EXAMPLES OF OUR OWN PROJECTS

BUILDING "O" – AUDITORIUMS AND BIO RESEARCH LABORATORIES FOR THE UNIVERSITY OF ANTWERP



# THE ARCHITECTURAL ENGINEER'S THREE-WAY SPLIT IN THE MIDST OF THE SPATIAL CRISIS

ENVOI

**WHEN FORM, STRUCTURE AND FUNCTION ARE ACTIVATED AT THE SAME TIME  
FROM THE BEGINNING OF THE PROJECT DESIGN**

**YOU DO NOT BECOME A FORMALIST  
YOU DO NOT BECOME A STRUCTURALIST  
YOU DO NOT BECOME A FUNCTIONALIST**

**YOU BECOME AN ARCHITECT**

