

# BOUVIET

Le magazine des amoureux du bois



## L'Art du Trait

De nouvelles perspectives  
s'offrent à vous !

DESSINEZ ET RÉALISEZ DES PIÈCES COMPLEXES  
Développement, élévation, stéréotomie, débillardé...

**Numéro SPÉCIAL 100 PAGES**

 martin média

L 17659 - 16 H - F : 9,90 € - RD



L'Art du Trait - De nouvelles perspectives s'offrent à vous !

Hors-série n° 16

# Des modèles et des techniques pour fabriquer votre établi

**NOUVEAU**



144 pages • 22 x 28 cm • 34 €

- Modèles précis et variés
- Conseils techniques pour réaliser un établi robuste et pratique
- Explications pas à pas de Samuel Mamias, un des plus importants boiseurs français sur Youtube

*Votre établi vous accompagnera longtemps et vous permettra de travailler efficacement en toute sécurité !*

## BON DE COMMANDE

(à découper ou photocopier)

Code

Nom .....

Prénom .....

Adresse .....

Code Postal

Ville .....

E-mail .....

J'accepte de recevoir par e-mail :

- les informations et offres BLB-bois  Oui  Non
- les offres des partenaires BLB-bois  Oui  Non

à renvoyer à : **BLB-bois** • 10 av. Victor-Hugo • CS60051 • 55800 REVIGNY  
Tél : 03 29 70 56 33 – Fax : 03 29 70 57 44 – [boutique.blb-bois.com](http://boutique.blb-bois.com)

**OUI**, je désire recevoir :

..... exemplaire(s) du livre **Fabriquer son établi** au prix unitaire de 34 € + 2,70 €\* de participation aux frais de port

Montant de ma commande : \_\_\_\_\_ €

**Règlement :** \_\_\_\_\_

par chèque joint à l'ordre de **BLB-bois**

par carte bancaire

Expire le  Signature

(pour CB uniquement)

CVC   
(trois chiffres au verso de votre carte)

\* Tarifs France métropolitaine – Autres destinations, consultez [boutique.blb-bois.com](http://boutique.blb-bois.com)

# le BOUVET

Le magazine des amoureux du bois

## Le grand chemin

Pourquoi travaille-t-on le bois ? Qu'est-ce qui fait qu'on décide de se lancer dans le façonnage d'objets en bois, d'y investir du temps, de l'argent ? Les réponses à ces questions, personnelles, intimes, sont bien sûr multiples. Souvent, elles sont liées à la famille, à un parent lui-même passionné qui nous a transmis son savoir, son matériel peut-être, et bien sûr son envie ! Souvent aussi, la passion naît du simple souhait de « toucher du bois » : la matière est belle, naturelle, chaleureuse, et on sent en nous le désir de s'en rapprocher, de créer quelque chose avec.

Quelle que soit la (bonne !) raison qui nous a poussés, on se trouve lancé sur un chemin fabuleux, long mais passionnant : celui de la découverte. On peut même le résumer à un verbe, sans doute plus parlant : « apprendre ». Car **travailler le bois, c'est mettre en œuvre des techniques, des méthodes.** Tout un arsenal, souvent issu d'une longue tradition de passionnés, artisans ou amateurs, qui nous ont devancés dans les siècles précédents, et nous l'ont légué par transmission orale, par des écrits, par des apprentissages face à face, ou même en vidéo comme cela se pratique aussi actuellement.

Cet ensemble de connaissances et de savoir-faire autour du travail du bois n'est pas figé. Il évolue. Certains domaines sont prisés à un moment donné, comme le travail aux outils à main qui revient en force actuellement. D'autres domaines, au contraire, sont en perte de vitesse et semblent même peu à peu

disparaître. L'art du trait nous semble en faire partie. Cet ensemble de techniques de dessin, qui permet de concevoir et de réaliser des pièces complexes, courbées par exemple dans plusieurs sens, ne fait plus guère l'objet de publications. Or, comme vous allez vous en rendre compte en lisant ce hors-série, c'est **la porte d'un vaste nouveau monde, accessible à tous** pour peu qu'on s'en donne la peine ! Ce savoir ne doit pas être oublié, il fait clairement partie du chemin de tous les boiseux.

Ce qui nous a décidé à nous lancer dans cette aventure, c'est la rencontre avec deux passionnés passionnants : Sylvain et Samuel, que vous allez découvrir en détails en page suivante. Mais c'est aussi la conviction que c'est notre rôle, au *Bouvet*, d'aborder ce sujet. Nous savons qu'en découvrant ce nouveau hors-série, certains vont se dire « c'est pas pour moi » : réaction légitime face à l'inconnu. Mais nous ne cessons de l'affirmer et de le répéter : le travail du bois est un ensemble et avec *Le Bouvet* nous nous efforçons d'en constituer une encyclopédie aussi complète que possible. Comme Samuel le rappelle souvent : **apprendre, c'est s'élever, devenir meilleur, se trouver de nouvelles ressources.** Toute l'équipe se joint à moi pour vous accompagner sur ce chemin.

Belle découverte, bons copeaux,  
Hugues Hovasse  
Rédacteur en chef  
*Le Bouvet*

## Sommaire du hors-série n° 16 *L'Art du Trait*

Les auteurs ..... p. 4

### Définition de l'art du trait

*(La place de l'art du trait  
dans le dessin)* ..... p. 5

### Explications théoriques du principe de l'art du trait

..... p. 14

### Travaux pratiques d'initiation au trait

..... p. 45

**Reportage :**  
l'Art du Trait à l'atelier ! ..... p. 63

Nouveautés ..... p. 96

## le BOUVET

10 avenue Victor-Hugo – CS 6001 – 55800 Revigny

Tél. : 03 29 70 56 33 ; Fax : 03 29 70 57 44

E-mail : lebouvet@martinmedia.fr

Bimestriel paraissant aux mois 01/03/05/07/09/11

**Directeur de la publication :** Arnaud Habrant

**Fondateur :** Didier Ternon

**Rédacteur en chef :** Hugues Hovasse

**Secrétaire de rédaction technique :** Luc Tridon

**Mise en page :** Héléne Mangel.

**Publicité :** ANAT Régie ; tél. 01.43.12.38.13

E-mail : m.ughetto@anatrege.fr

**Diffusion :** MLP

**Directeur Marketing – Partenariat :**

Stéphane Sorin, marketing@martinmedia.fr

**Vente au numéro et réassort :**

Mylène Muller. Tél. 03.29.70.56.33.

Édité par Martin Media,

S.A.S. au capital de 150 000 €

10 avenue Victor-Hugo – CS 60051 – 55800 Revigny

Imprimé en France par Corlet Roto, 53300 Ambrières-les-Vallées.

Origine du papier : Origine du papier : Le Lardin-Saint-Lazare (Dordogne). Taux de fibres recyclées : 0 %. Papier issu de forêts gérées durablement, certifié PEFC. Eutrophisation : 20 g / T.

Imprimé par un imprimeur

ISSN : 2610-7732

ISBN : 978-2-35058-324-2

Commission paritaire n° 0720K81071

Dépôt légal : novembre 2019 – © 11-2019



## BONUS EN LIGNE



Retrouvez un complément à  
ce hors-série sur notre site **BLB-bois**,  
dans la rubrique « Bonus ».

## CONTACTS

### le BOUVET

10 avenue Victor-Hugo

CS 60051

55800 Revigny

Tél. : 03.29.70.56.33

Fax : 03.29.70.57.44

E-mail : lebouvet@martinmedia.fr

Retrouvez tous les services  
du *Bouvet* sur :

[www.blb-bois.com](http://www.blb-bois.com)



# Les auteurs

## SYLVAIN GUICHARD



Sylvain, voilà un prénom prédestiné à être dans l'univers du bois, fil conducteur de ma vie un peu atypique ! Tellement assidu à l'école que j'allais tripler ma 5ème à presque 15 ans, il m'a fallu faire un choix lorsque, sortant du conseil de classe, ma maman me demanda textuellement : « bois ou ferraille ? ». Le bois s'est imposé ! Il faut dire que j'avais déjà découvert la sculpture chez mon prof de travaux manuels, Guy Degrave, sculpteur de formation (qui y a consacré des livres).

Mais pour m'orienter en ébénisterie, faute de BEPC, j'ai dû me remettre à niveau en obtenant un CAP de menuiserie (aux « Ateliers Apprentissage de la Giraudière », près de Lyon). Je suis ensuite parti chez les Compagnons du Devoir, que j'ai hélas quittés après le service militaire. Fort des règles apprises, j'ai travaillé dans diverses entreprises de menuiserie, puis en maçonnerie pour faire du coffrage d'escaliers. J'ai par la suite été responsable d'atelier dans une fabrique de mobilier rustique en bois massif. Là, j'ai rencontré Claude Dumas, multi-lauréat du concours Lépine (plus de 200 inventions à son actif !), dont j'ai mis les créations en sous-traitance en série (tracé d'épure complexes obligatoires pour gabarits).

Après un différent professionnel, je suis parti charpentier chez mon dernier employeur – et ami – chez qui j'ai pu étudier et appliquer sur charpente et escaliers l'art du trait. C'est malheureusement à ce moment qu'une fichue maladie neuromusculaire s'est manifestée, m'obligeant à sortir du circuit... Heureusement, j'avais mon propre atelier avec ma fidèle combinée C260 et ma colossale scie à ruban : cela m'a permis de continuer à faire des copeaux pour moi, à appliquer « le trait » de manière ludique, et à progresser. Quelque temps plus tard, il a hélas fallu que je me retrouve en fauteuil roulant, dans l'impossibilité de pratiquer mon beau métier. J'ai alors dérivé vers le milieu de la brocante, pendant une dizaine d'années, travaillant notamment avec des antiquaires. Une période pendant laquelle je me suis passionné pour les architectes, les décorateurs et le mobilier de designers de tout le 20e siècle. Le marché s'effondrant, la fatigue aidant, j'ai arrêté. Sauf que dans le même temps, j'ai découvert les vidéos de Samuel Mamias sur YouTube, et le site Internet « L'Air du Bois » créé par Boris Beulant. Ce site communautaire m'a permis de renouer avec ma passion du bois, en transmettant ce que j'ai appris toutes ces années, parfois même en « coachant » des novices. C'est ainsi que, suite à mes contributions diverses sur le site, j'ai été contacté par l'équipe du *Bouvet*, et que nous avons ensemble créé le hors-série que vous tenez entre vos mains ! À maintenant 56 ans, je suis heureux de vous faire découvrir cet art du trait si cher à mon cœur !

Comme il est de coutume, je dédie ce travail à Julie, Marion, Joffrey, Hélène mes enfants, Maelis, Gaétan, Juliette, mes beaux-enfants, ainsi qu'à tous mes petits-enfants, pour les encourager à toujours donner le meilleur d'eux-mêmes ! J'apporte aussi tout mon infini remerciement à mon épouse Pascale pour son soutien permanent sans lequel il m'aurait été compliqué de travailler de façon appliquée à mes écrits, ainsi qu'à mon père et mes sœurs qui m'ont toujours encouragés ! Je remercie aussi Samuel Mamias, Jacky Demange, Boris Beulant... et bien d'autres pour le partage désintéressé de toutes leurs valeurs ! Et enfin je remercie l'équipe du *Bouvet* pour le sérieux de son travail, qui permet de transmettre et de faire vivre nos savoirs, en les diffusant au plus grand nombre de boiseux quelles que soient leurs compétences.

## SAMUEL MAMIAS

Pour bien me comprendre, je pense qu'il faut me voir comme un passionné compulsif exigeant avec lui-même ! Cela n'est pas très flatteur comme introduction, mais c'est pourtant la vérité ! Quand je m'intéresse à une activité, j'y plonge de manière irraisonnée et je fais tout ce que je peux pour la maîtriser le plus possible. La menuiserie ne déroge pas à la règle. Jeune adulte, convaincu qu'elle allait être vite rentabilisée, j'ai investi dans une combinée à bois pour équiper et meubler mon logement : une maison qui n'avait que quatre murs et un toit. Pari réussi, puisque la machine a été amortie dès la construction de la cuisine !

Mais le travail du bois ne relève pas du hasard ou des intuitions, c'est avant tout de la méthodologie et de la technique. Pour progresser, je suis donc parti en quête d'informations : des livres et des revues pour commencer, mais aussi sur Internet via des forums et des vidéos... Juste retour des choses, c'est à cette période que l'envie de partager mes réalisations s'est développée. J'ai donc commencé à alimenter une chaîne YouTube, où je montre mes créations et les techniques mises en œuvre pour les réaliser. Les réactions ont été positives, les questions nombreuses : c'est un excellent carburant pour m'aider à maintenir cette activité pourtant très chronophage ! Petit à petit, je me suis perfectionné : montage vidéo, prise de son, éclairage... Ce partage de mes connaissances sur Internet m'a permis de réunir mes deux passions : le travail du bois et la pédagogie (j'enseigne les mathématiques depuis plusieurs années). J'alterne ainsi les activités intellectuelles puis manuelles, quittant mes élèves pour retrouver mes rabots. En complément, depuis peu, je propose des cours de menuiserie en ligne aux bricoleurs avides de progrès.



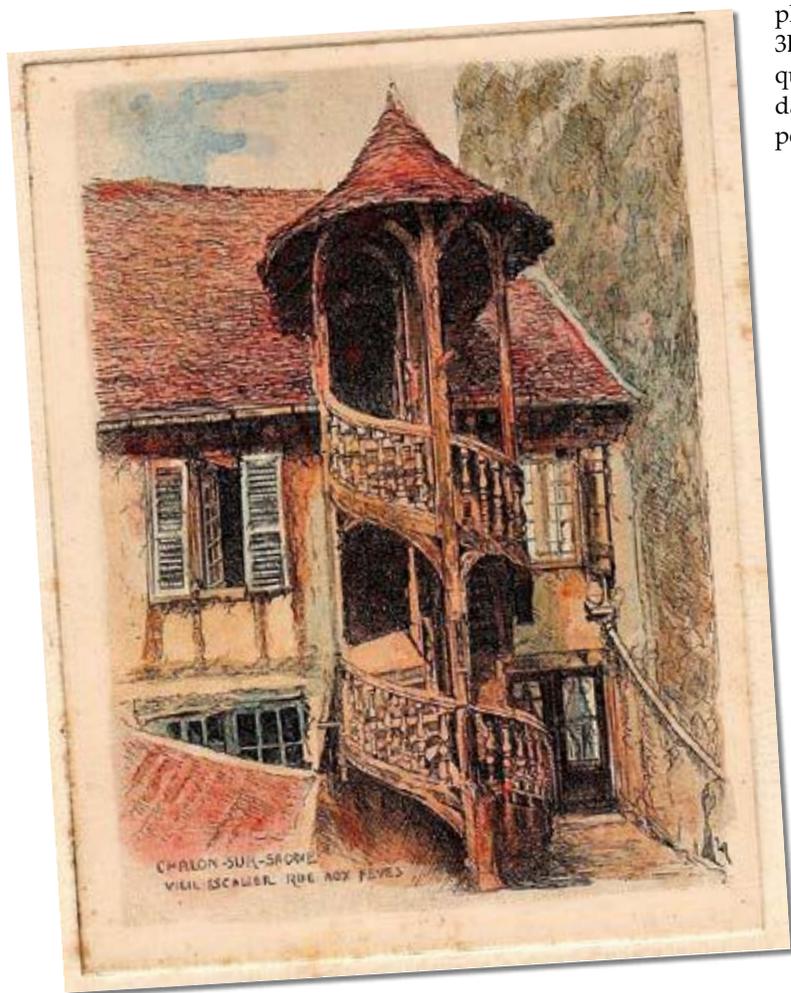
# Définition de l'art du trait

## (La place de l'art du trait dans le dessin)

L'art du trait fait partie de la grande famille du graphisme exprimé sur un support. Nous allons le situer rapidement dans son contexte, et détailler sommairement les principaux « dessins représentatifs » liés au domaine du dessin technique ainsi que leurs utilités.

### LE DESSIN D'ART

Le dessin d'art est une représentation sur un support (papier, peinture sur toile...) d'un ouvrage exécuté à main levée. Il peut être seulement « crayonné », ombragé, voire coloré. Il est dessiné depuis un point de vue stationnaire de l'exécutant, prenant les proportions et perspectives au jugé et au pouce. Il permet de produire des dessins, des peintures, ou des gravures. Pour tous les boiseux doués en dessin artistique, cette technique permet de visualiser rapidement in situ un projet de construction ou fabrication et ainsi de le proposer au client dans une vision générale de l'ensemble.



### LE DESSIN ARCHITECTURAL

Le dessinateur architecte produit des dessins en perspective issus de plans architecturaux. L'approche architecturale du dessin fait appel en partie à la représentation en perspective « académique » d'un ouvrage. Les bases sont en proportions cotées, avec points de fuite. Pour un exécutant, cela permet de visualiser en trois dimensions un projet in situ de façon virtuelle finie.

Les dessins de ce type étaient tracés autrefois « à la planche » et aux instruments. Une technique avantageusement remplacée depuis le 20e siècle par la photographie (illustrations à la place des gravures), et désormais par l'informatique (logiciels 3D). L'exécutant, grâce à l'infographie, peut étudier le projet qu'il va réaliser et le proposer de manière virtuelle mais finie, dans son futur environnement, en représentant l'ouvrage en position dans son lieu d'accueil modélisé lui aussi.



## LE DESSIN ORTHOGONAL ET GÉOMÉTRAL (ART DU TRAIT)

Le dessin orthogonal se définit par une ou plusieurs vues à une échelle déterminée indiquant toutes les dimensions et les détails d'un projet de construction ou de fabrication d'un objet, ainsi que ses véritables contours. Toutes les mesures présentes sur une telle représentation sont réelles et peuvent être utilisées. Celui-ci s'émancipe de toute notion de perspective, en gardant toujours les mesures constantes des coordonnées des points d'un dessin. La réalisation d'un dessin géométral résulte des projections orthogonales depuis une vue en plan et de hauteurs définies sur un ou plusieurs plans verticaux.

Pour l'exécutant, les dessins géométraux se composent généralement d'une vue en plan, d'où partent une multitude de génératrices vers celles d'autres vues orthogonales. Ces génératrices permettent de projeter des points de vues essentiels, destinés à visualiser l'ensemble d'un ouvrage (vue générale) ou d'une partie (exemple : un détail de poteau rampe limon) ou encore d'un élément singulier (exemple : un arêtier courbe). Bref : des éléments non connus en orthogonal, en vue de leur étude et de leurs cotes, angles, développements, débit, traçage, et de la fabrication de l'ouvrage.

L'art du trait est à la base de cette façon de dessiner : à n'importe quel moment de la création d'un ouvrage, on peut développer une pièce ou une vue particulière qui demande réflexion ou un tracé complexe à exporter sur une pièce capable (exemple : limon courbe, devers, esthétique de raccords...).

Le praticien (menuisier, charpentier, ébéniste...) au moment d'élever une vue géométrale globale d'un ouvrage, choisit son point de vue de manière réfléchi afin de réaliser la meilleure représentation lisible à montrer à son donneur d'ordre. En appliquant le principe des ombres, on peut lui donner du relief, donc une certaine perspective.

De nos jours, le dessin géométral global d'un ouvrage (2D) est majoritairement remplacé par la modélisation sur logiciels 3D.

## LE DESSIN D'ÉPURE ET LA STÉRÉOTOMIE (ART DU TRAIT)

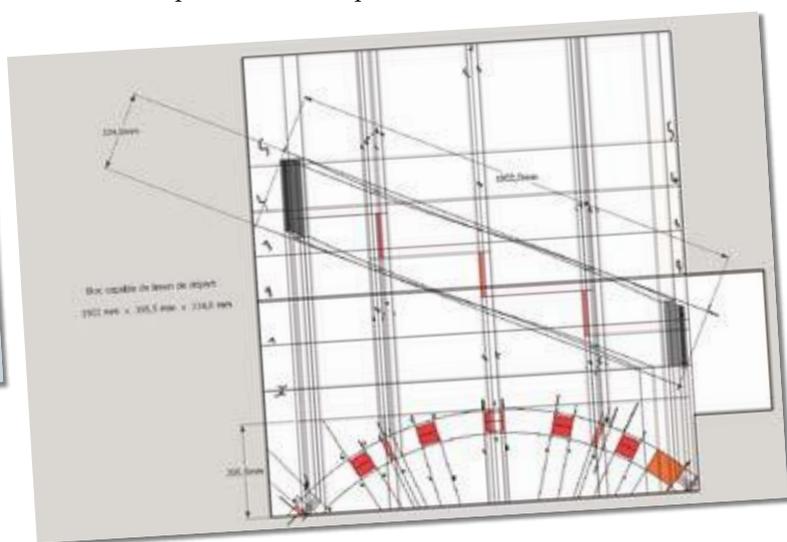
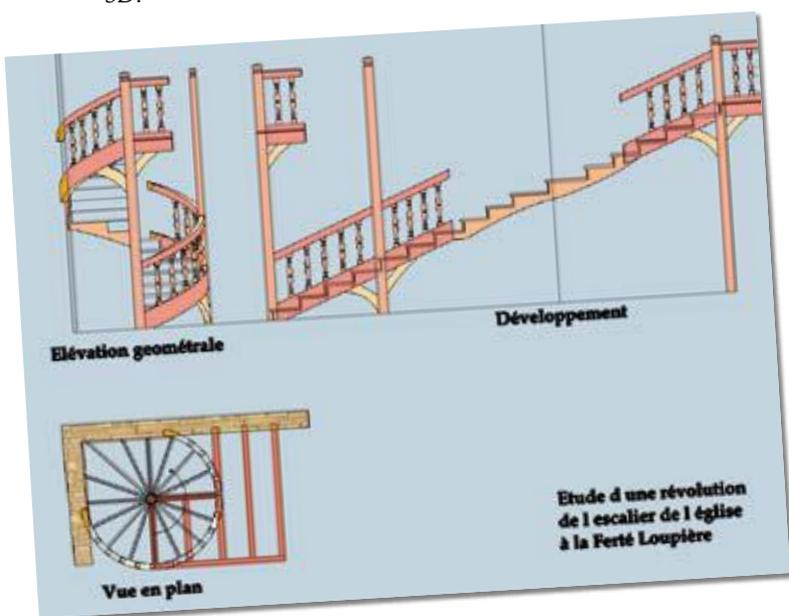
Le dessin pratique qui sert au traçage des pièces d'un ouvrage complexe virtuellement assemblé et qui dépareille les éléments singuliers précisément d'un ensemble en vue de leurs usinages se nomme une « **épure** ». Elle peut être complète ou partielle suivant les besoins d'un projet. En règle générale, les épures sont des représentations tracées à l'échelle, essentiellement pratiques, très précises, sans aucune forme artistique majeure (sauf en cas d'études d'épures réduites, à vocation pédagogique, où l'on privilégie la propreté du dessin, comme par exemple les belles planches de nos anciens maîtres que sont Roubo, Jamin, Delataille...). L'objectif est de dessiner virtuellement les contours utiles de pièces à façonner (pièces d'angles, cintrées, assemblages, gabarits...), et d'y superposer les pièces de bois capables pour y exécuter les tracés d'usinages (une opération appelée « piquage »).

Grace à l'art du trait et à ses opérations de géométrie descriptive, le dessin d'épure permet ensuite de « découper » ou de décomposer, sous forme de représentations lisibles, des pièces compliquées en volumes distincts mesurables et façonnables afin de réaliser un ouvrage harmonieux.

Les tracés de pièces courbes à « débiller » ou d'arêtiers (dans l'espace) non connus en plan ou élévation doivent être projetés hors de l'épure principale en changeant de plan ou par développement (pour du lamellé-collé par exemple), pour déterminer par points leur véritable profil et leurs vraies mesures et/ou angles de façonnages sur une épure secondaire. C'est ce que l'on nomme la « **stéréotomie** ».

Ces tracés peuvent comporter des centaines, voire des milliers de traits suivant la complexité des pièces d'un seul projet (surtout dans des travaux d'exceptions ou de maîtrise). Dans des ouvrages communs, on ne représente généralement que l'essentiel, soit les traits utiles, tout en restant très précis et clair sur l'exécution du dessin. C'est ce procédé que l'on nomme l'art du trait, utilisé par les hommes et femmes de divers arts (tailleurs de pierre, charpentiers, menuisiers, ébénistes...), la géométrie dans l'espace (modeleurs, mécaniciens généraux...), ou la géométrie descriptive (ingénieurs, mathématiciens, architectes...).

Le dessinateur qui œuvre dans le domaine du bois produit donc ici « des planches et des épures » !



## L'ART DU TRAIT ET SES DIFFÉRENTS COMPOSANTS GÉOMÉTRIQUES APPLIQUÉS AUX TRAVAUX EN BOIS

Inutile de se le cacher : la géométrie plane et la descriptive ont rebuté beaucoup d'entre nous à l'école. Rassurez-vous : je ne vais pas faire ici un cours de géométrie, mais seulement mettre en lumière les « outils » dont on a besoin en art du trait. Mon ambition, c'est de l'expliquer de façon concrète, appliquée à nos pratiques de boiseux. Laissons donc de côté les théories académiques : la géométrie est une partenaire essentielle à nos travaux en bois !

Dans les siècles passés, au Moyen Âge et sous l'Ancien Régime, les artisans du bois savaient rarement lire et écrire. Mais ils maîtrisaient la géométrie et ses propriétés de base. C'était leur langage pour des transcriptions transmissibles aux apprentis et applicables à leurs travaux professionnels. C'est grâce à cet « art du trait » qu'ils trouvaient la majorité de leurs mesures, courbes et angles utiles de façonnages, par tracés et non par calculs.

De nos jours, les études de plans et d'épures sont majoritairement faites à l'aide d'infographie. Mais il est toujours essentiel de savoir retracer aux instruments traditionnels, au sol ou sur supports, des épures à l'échelle 1 parfois de grandes dimensions (charpente, escalier, porte cintrée...).

### La base mathématique pour faire des travaux en bois

Dans un atelier, on doit savoir additionner, soustraire, multiplier, diviser, et appliquer une règle de 3 (produit en croix) pour des proportions : c'est tout ! Le reste, ce ne sont que des tracés géométriques utilement appliqués.

### La géométrie plane pratique

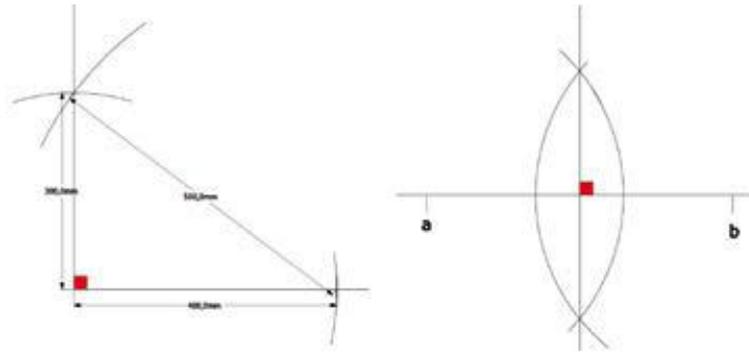
Utilisée pour des « tracés d'atelier », la géométrie plane doit être impérativement connue, et au moins identifiée (ses bases, ses formules, ses tracés, son vocabulaire...). C'est en effet d'elle que va découler la géométrie descriptive, qui nous servira à faire des plans, des épures, des gabarits utiles... Je vais donc vous donner ici des conseils pratiques sur diverses constructions géométriques planes.

**Conseil :** on ne trace pas un pentagone ou un ovale tous les jours, il est donc bon d'avoir dans son atelier un « pense-bête » pour s'y référer en cas de besoin. Il peut s'agir de « feuillets de cours » (je me replonge parfois dans les miens), de livres de géométrie, de ressources sur Internet accessibles avec un smartphone ou une tablette... L'idéal pour apprendre me semble être de posséder aussi un cahier pour s'entraîner à tracer des constructions et prendre des notes.

#### ▫ Les droites, fuyantes et segmentées

Les droites constituent l'essence même de l'art du trait, dans nos dessins et nos épures. Elles servent à la fois de génératrices et de tracés de contours. À l'aide seulement d'un compas, d'une règle, d'un mètre et d'un crayon, on doit savoir :

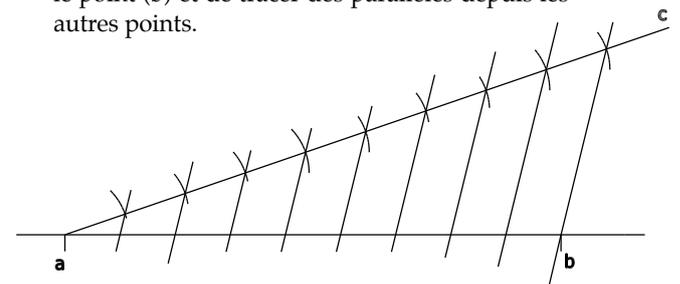
- a) **construire un équerage perpendiculaire parfait :** par Pythagore (3, 4, 5) ou depuis un segment, en deux coups de compas.



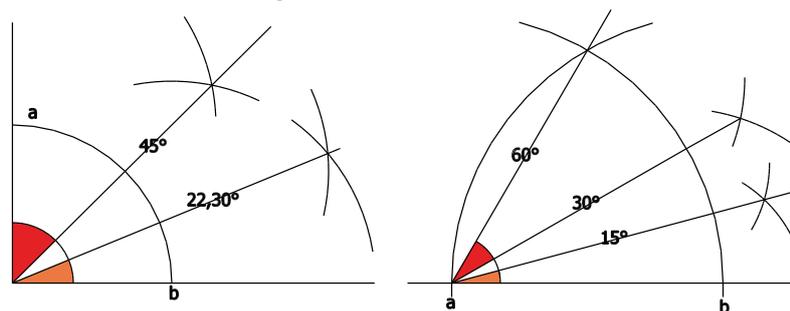
- b) **dessiner des parallèles :** au mètre ou au compas.



- c) **diviser un segment en parties égales :** en y traçant une fuyante tangente à un angle quelconque depuis le point (a), puis en divisant celle-ci au compas au nombre de divisions voulues, de manière à ce que le cumul de ces dernières soit plus grand que le segment. Il suffit ensuite de relier par une droite le dernier point de division avec le point (b) et de tracer des parallèles depuis les autres points.



- d) **dessiner des tangentes d'angles connus,** les diviser (45°, 60°), puis pouvoir les re-diviser et les additionner en construction d'angles.

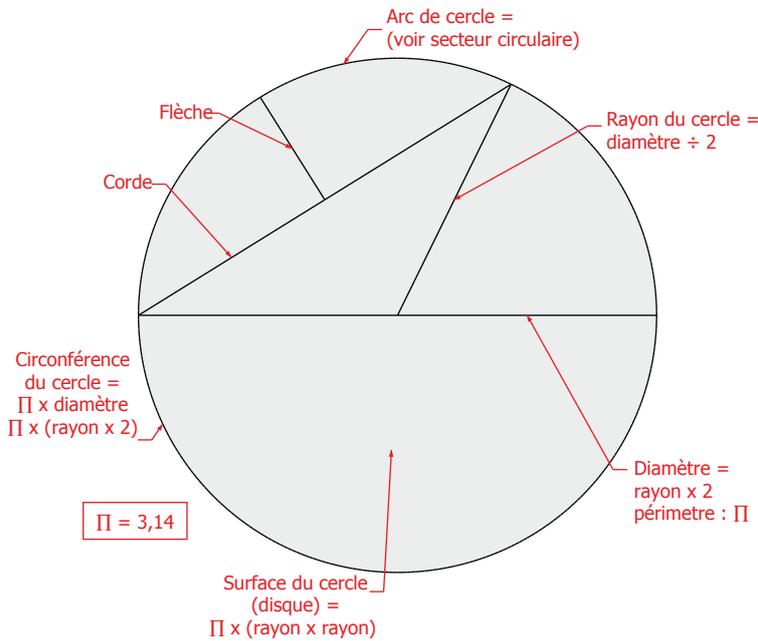


#### ▫ Le cercle et l'arc de cercle

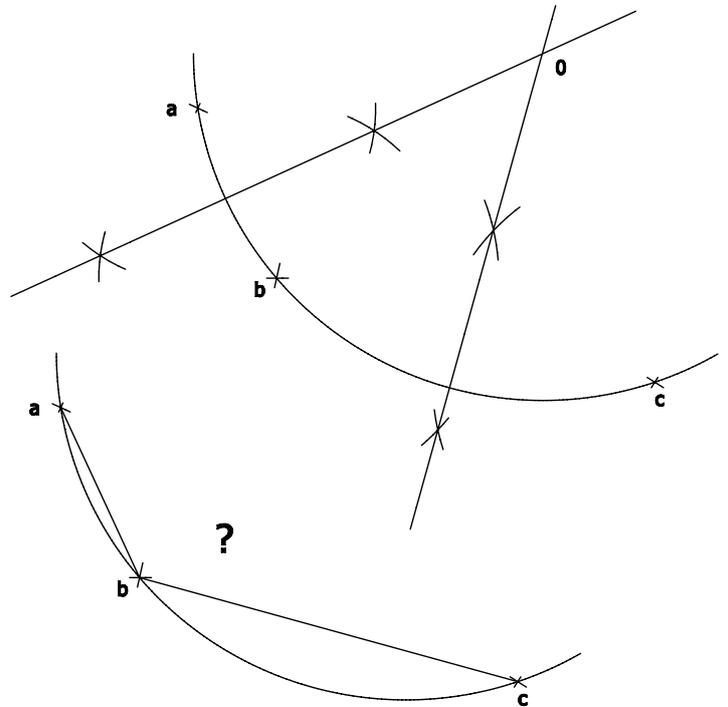
Associés aux droites, les cercles et arcs de cercle sont à la base des constructions géométriques planes (ovale, anses de panier, tracés polygonaux ...), mais aussi de la géométrie descriptive. Ils permettent ainsi par rabattement et reports de cotes de réaliser des épures et de la stéréotomie. L'outil pour tracer des arcs de cercle, c'est bien sûr l'indispensable compas ! Pour tracer, il faut cependant connaître quelques propriétés physiques et formules mathématiques de base :

# Définition de l'art du trait (La place de l'art du trait dans le dessin)

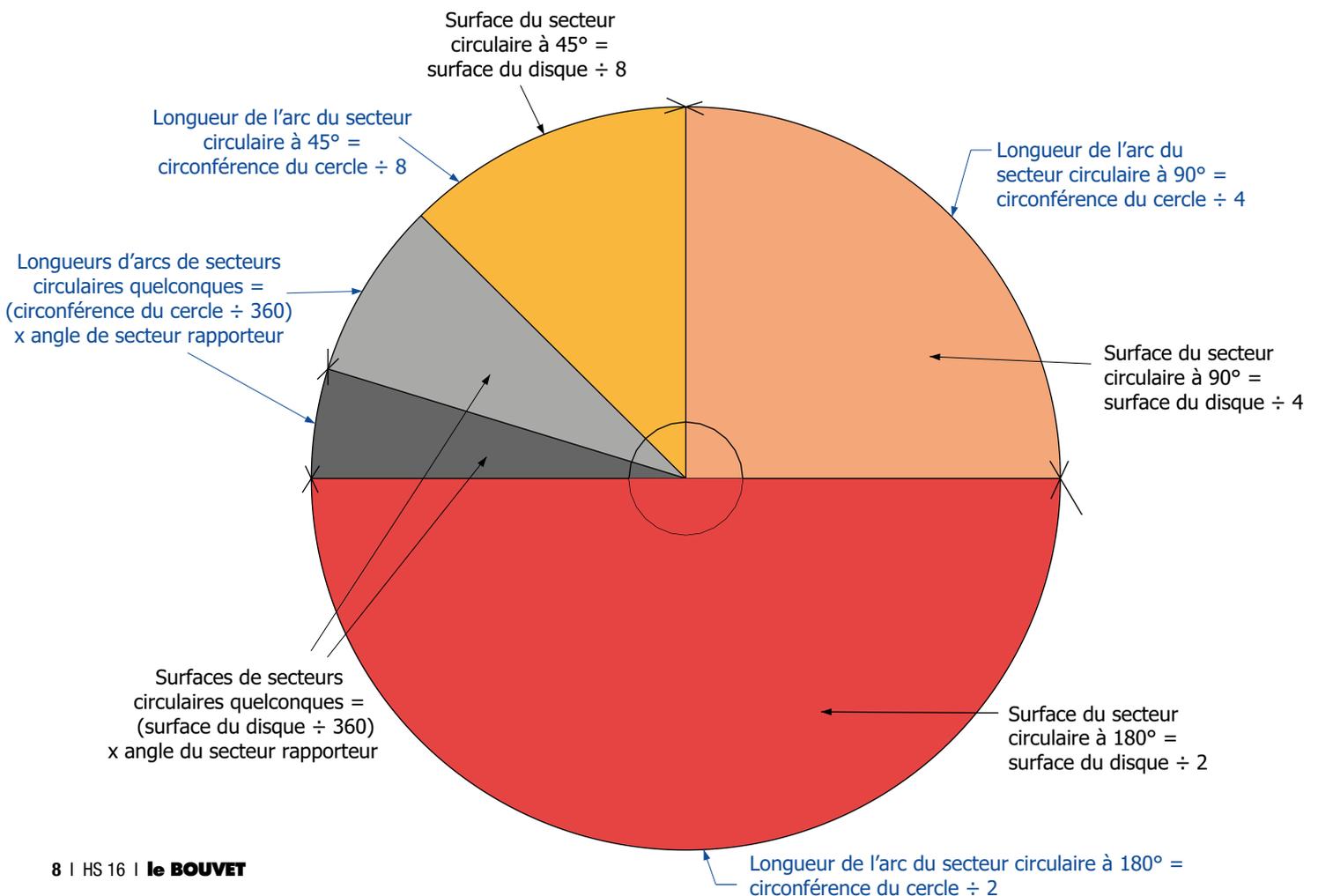
a) **La circonférence, le diamètre, le rayon, la surface** : savoir les identifier et connaître leurs calculs utiles. Dans l'art du trait, on utilisera la corde et la flèche, qui seront connus par tracés et mesurés simplement.



c) **La recherche du centre d'un cercle ou arc de cercle** : souvent, sur une épure, il faut trouver le centre inconnu d'un arc de cercle ou faire passer un cercle sur 3 points déterminés. Pour cela, il suffit d'élever au compas des perpendiculaires aux deux segments que forment 3 points arbitraires a-b-c, l'intersection de celles-ci nous donnant le centre du cercle.



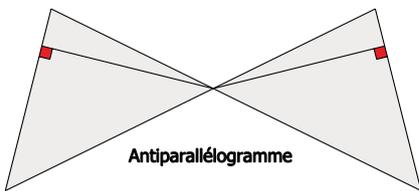
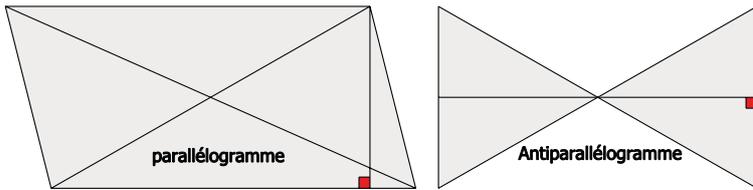
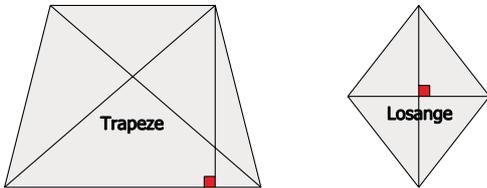
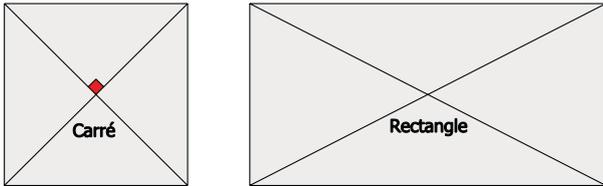
b) **Le calcul de secteurs circulaires** : un secteur circulaire est une portion de disque définie par un angle entre deux rayons, fermés par un arc de cercle. C'est très important aussi pour l'art du trait, car cela servira aux mesures et divisions de développements (voir schéma ci-dessous).



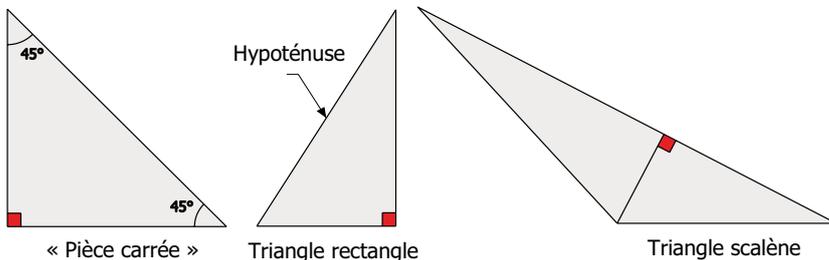
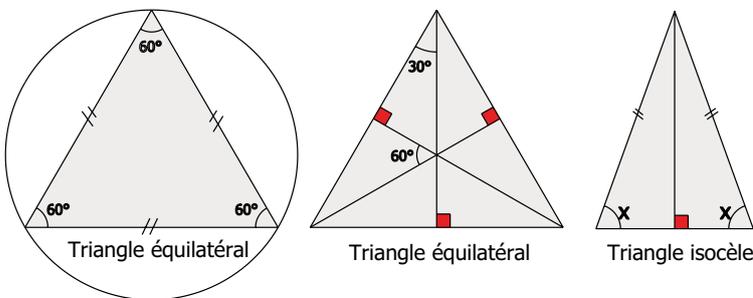
## Les constructions géométriques planes

Avec pour seule aide les droites et les cercles, ainsi que quelques mesures, nous devons pouvoir représenter tout ou partie des constructions géométriques utiles aux tracés de plans et d'épures de nos ouvrages en bois :

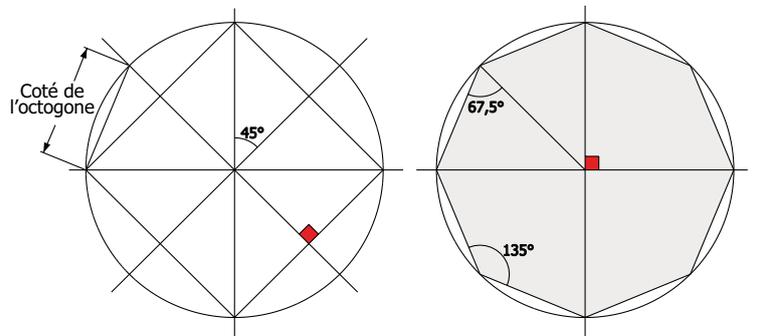
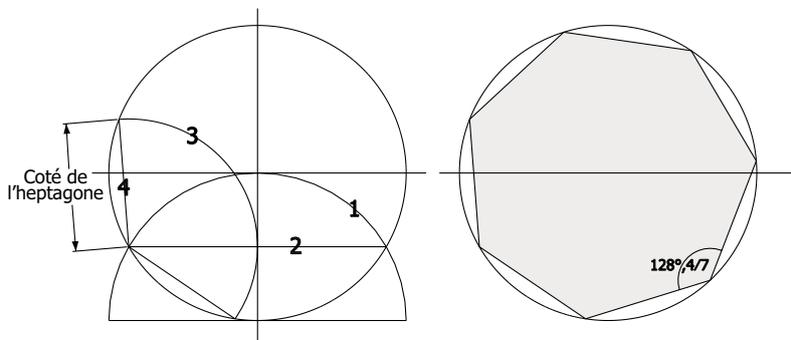
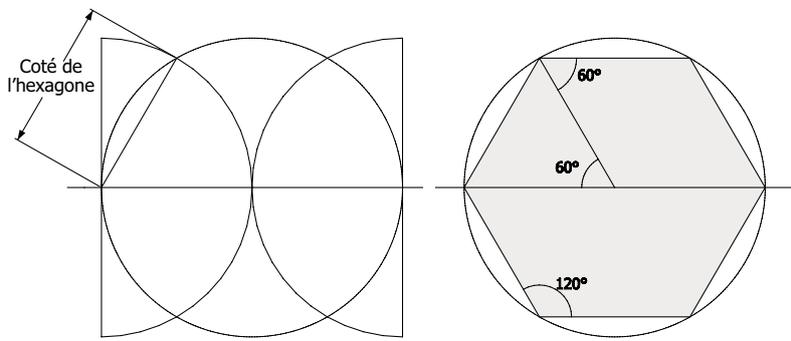
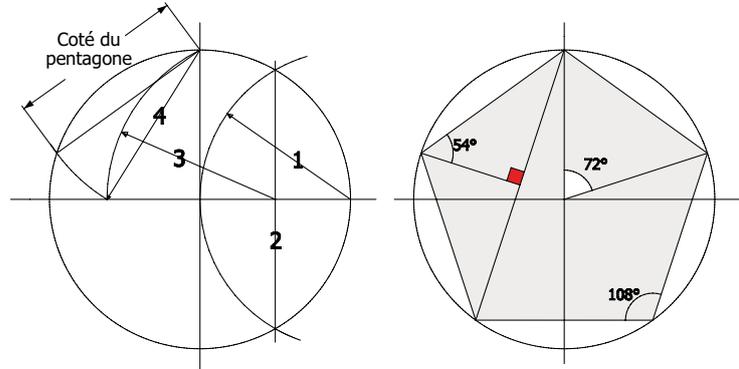
**a) Les quadrilatères :** le carré, le rectangle, le trapèze, le losange, les parallélogrammes, croisés ou non ! Ces figures sont tous des quadrilatères : leurs diagonales se croisent en leur centre. Il faut connaître leurs formules de calculs et les méthodes de leurs tracés.



**b) Le triangle :** la triangulation est omniprésente dans le travail du bois. En effet, dès que l'on élève une perpendiculaire, Pythagore est là ! Équilatéral, isocèle, rectangle, scalène, « pièce carrée », plus quelques règles de trigonométrie de base : voilà qui va nous servir.

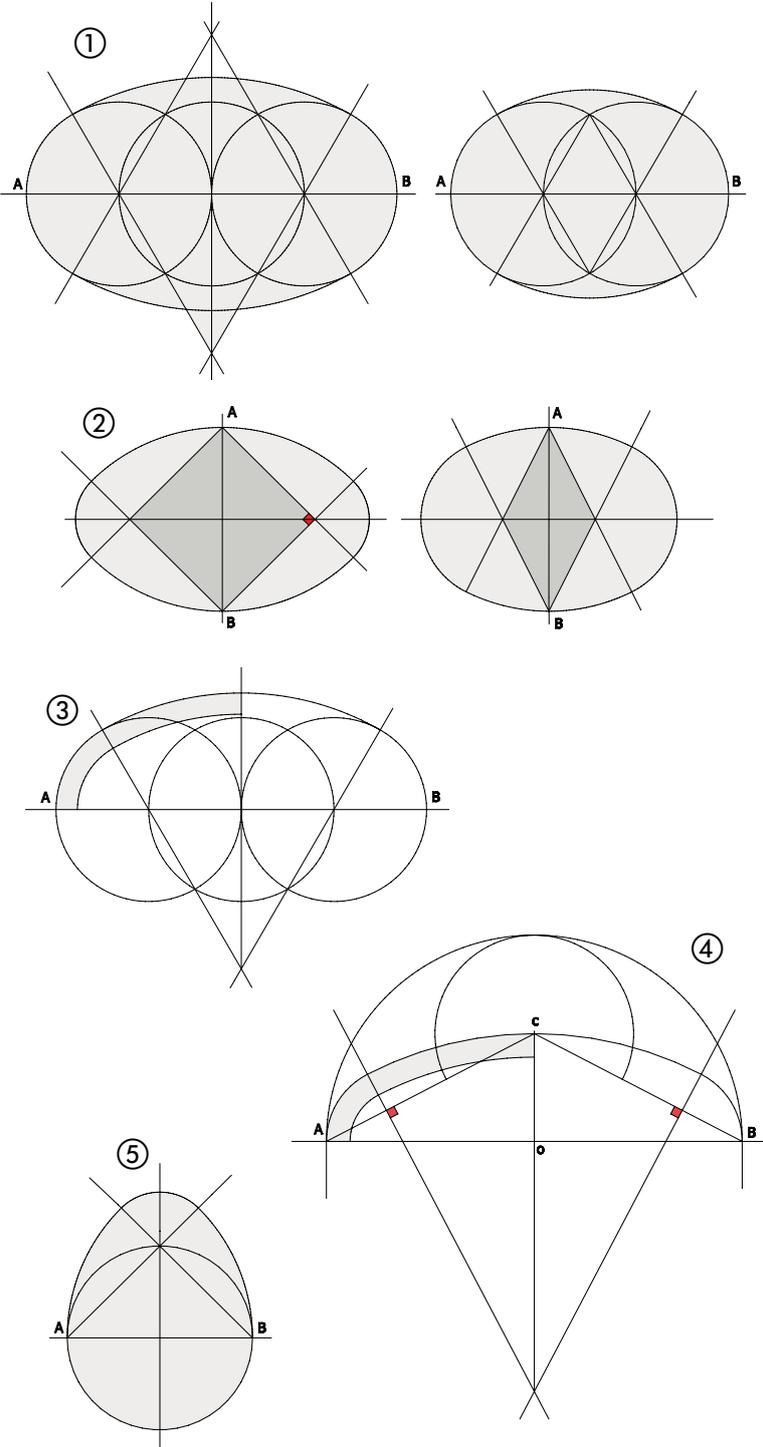


**c) Les polygones réguliers :** il faut savoir tracer le pentagone, l'hexagone, l'heptagone, l'octogone, et leurs bissectrices d'angles (angles de coupes). Le carré et le triangle équilatéral sont aussi des polygones réguliers, déjà inscrits dans l'octogone et l'hexagone.

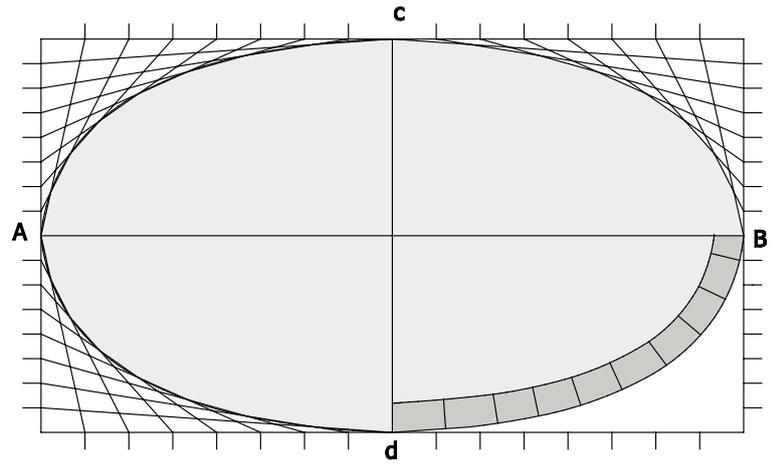


# Définition de l'art du trait (La place de l'art du trait dans le dessin)

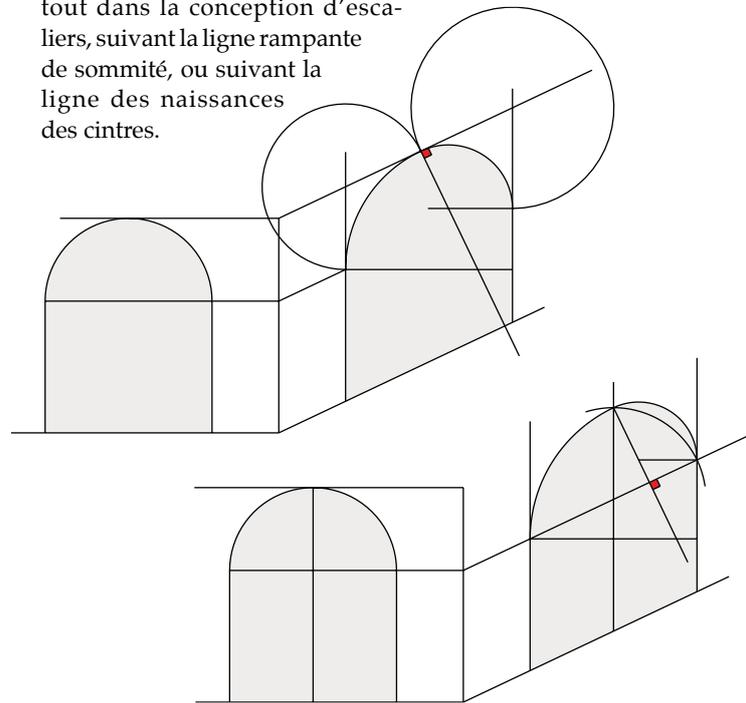
**d) Les ovales et anses de paniers :** ils sont très utilisés dans les métiers du bois. On doit savoir tracer l'ovale grand axe connu ①, l'ovale petit axe connu ②, une anse de panier à base connue ③, une anse de panier à base et hauteur connue ④, et l'ove (œuf) ⑤.



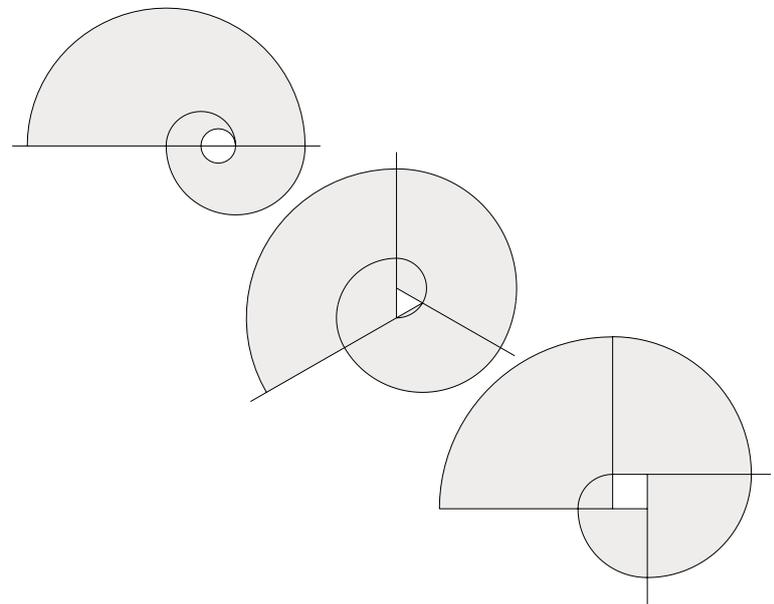
**e) L'ellipse :** définie par un ovale parfait, sans raccords de cintre, c'est une forme très esthétique. Mais on ne peut tracer une parallèle à sa circonférence que par points de mesures reportées (trusquinage). Et une construction par points ou un ellipsographe est nécessaire pour tracer sa circonférence.



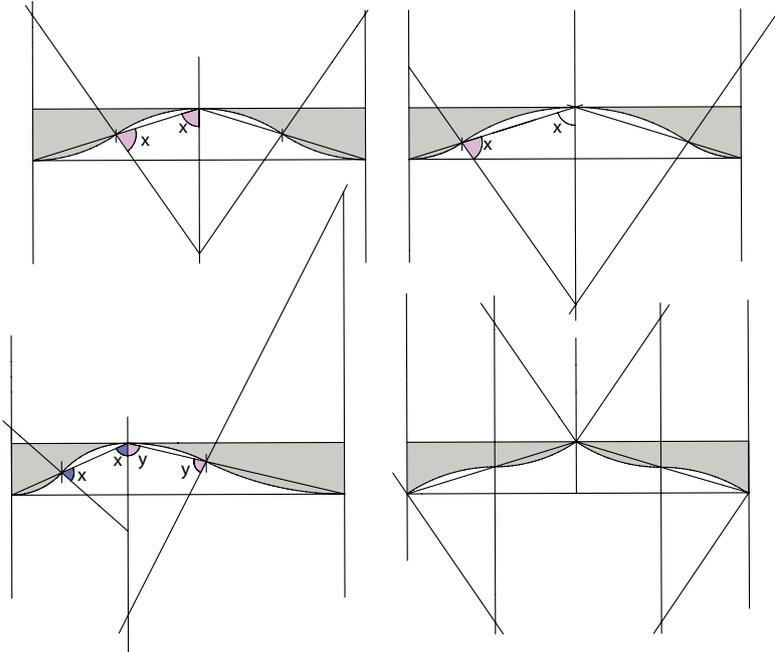
**f) Le tracé d'arcs rampants :** voilà une figure pratique, surtout dans la conception d'escaliers, suivant la ligne rampante de sommité, ou suivant la ligne des naissances des cintres.



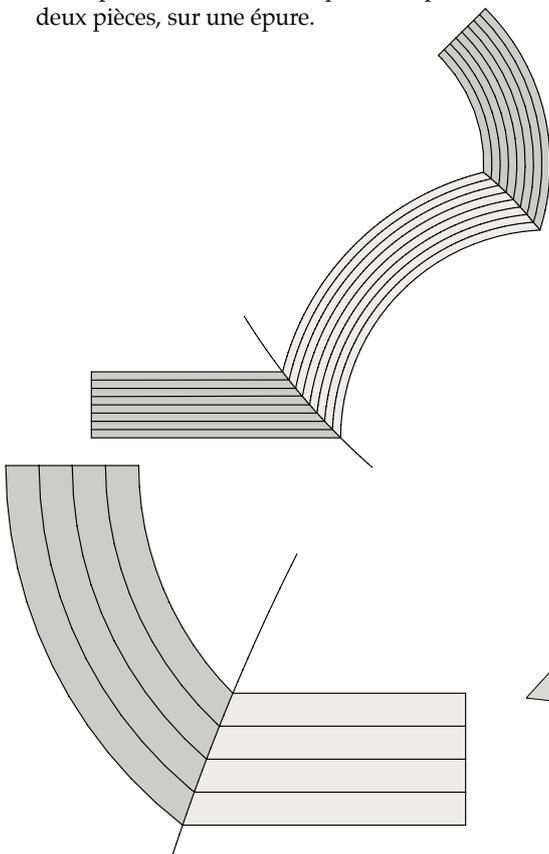
**g) La spirale :** cette construction géométrique est utile dans les départs d'escalier par exemple.



**h) Le chapeau de gendarme et l'acolade :** réguliers, irréguliers, ou asymétriques, ils sont tracés d'après une hauteur et une longueur connues et par report d'angles. Ces figures sont souvent utilisées dans les tracés de traverses de portes.



**i) Les raccords entre moulures droites et cintrées :** beaucoup ne connaissent pas le procédé, utile pour raccorder une moulure droite à une cintrée (ou une pièce droite à un cintre de même largeur). Pour cela, il faut réaliser une coupe cintrée qui se trace en raccordant les points d'intersections de divisions parallèles tracées d'après l'emprise de chacune des deux pièces, sur une épure.



Il existe des centaines d'autres tracés d'ateliers en géométrie plane. Je ne vous ai présenté ici que les fondamentaux.

## La géométrie descriptive

La géométrie descriptive appliquée aux travaux en bois se nomme « le trait ». On y apprend l'étude des volumes usuels, leurs tracés, calculs, développements, les propriétés et interactions entre eux. Tous utiles à nos projets ! Son principe consiste à élever des hauteurs sur les tracés maîtrisés en géométrie plane. Cela crée des volumes, qui nous permettent de dessiner et de coter n'importe quel plan d'ouvrage ou des pièces de bois à façonner tant droites que courbes, dans l'espace en trois dimensions.

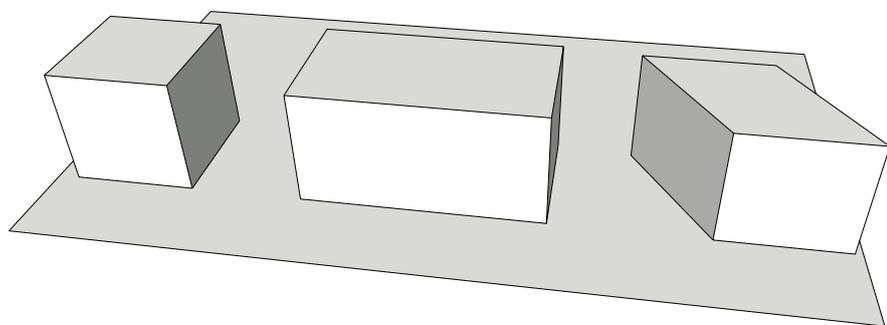
### Les volumes de base

Pourquoi doit-on apprendre les volumes solides de base ? Tout simplement parce que si on ne connaît pas leurs principes applicables au dessin d'épure, fabriquer un ouvrage sera aventureux voire impossible dans bien des cas ! Prenons quelques exemples :

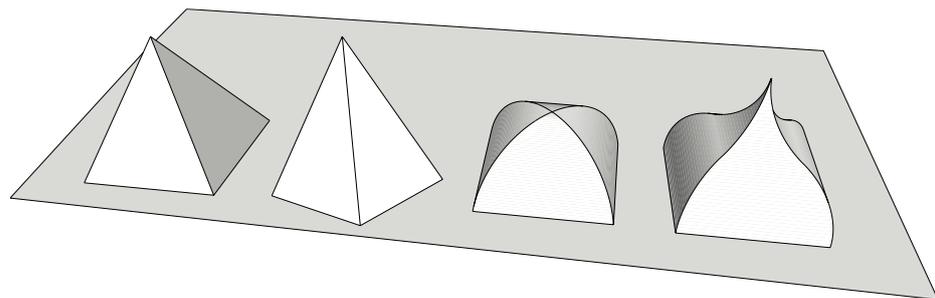
- un simple buffet est délimité par un parallélépipède rectangle (ici, c'est facile) ;
- la charpente d'une tour ronde ou carrée s'inscrit dans un cône ou une pyramide ;
- un escalier « débillardé » est inclus dans ou s'enroule autour d'un cylindre.

Les possibilités sont nombreuses. Les cas peuvent vite devenir compliqués.

**a) Les parallélépipèdes :** ce sont des solides dont les six faces sont des quadrilatères, comme le cube, le parallélépipède rectangle, le prisme droit. Ils ont 6 faces, 12 arêtes et 8 sommets. Bien connus de tous, leurs tracés et formules mathématiques ne doivent plus avoir de secrets.



**b) Les pyramidaux :** ce sont des solides polyèdres ou en dômes, avec une base polygonale de minimum trois côtés dont chaque angle est relié par des arêtes droites et faces planes ou par des arêtes cintrées et faces cintrées. Le sommet se nomme l'apex.

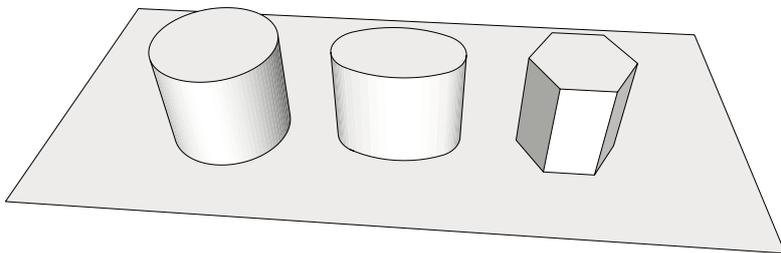


Les pyramidaux donnent naissance à des termes de vocabulaire essentiels de la géométrie descriptive. Quand la hauteur est au centre de la base et les arêtes toutes identiques, on parle de « pyramidaux réguliers ». Quand la hauteur est excentrée et

# Définition de l'art du trait (La place de l'art du trait dans le dessin)

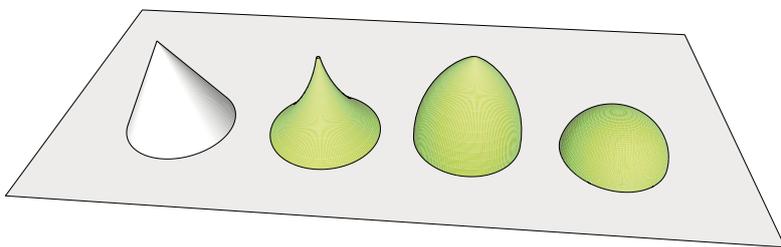
des arêtes différentes, on parle de « pyramidaux irréguliers ». En art du trait, l'étude, les propriétés et les formules mathématiques des pyramidaux se nomment « **arétier** » (un terme très utilisé chez les charpentiers, mais dérivé aussi en menuiserie et ébénisterie). En arétier à versants cintrés, les pièces courbes sont appelées « **pièces débillardées** » car elles sont générées par des portions de cylindres sur leurs faces.

c) **Les cylindriques** : ce sont des solides à base circulaire, ovale, elliptique, ou polygonale, étirés de façon verticale. Ces volumes donnent eux aussi naissance à un vocabulaire spécifique : les pièces inscrites linéairement rampantes sur les parois cylindriques circulaires se nomment « **sinusoïdal** » ou « **droit rampant** » ; les pièces non linéaires sont dites « **cintrées en plan et en élévation** », et leurs faces seront toujours d'aplomb. Les pièces issues de ces tracés se nomment elles aussi « **pièces débillardées** ».



d) **Les coniques et sphériques** : ce sont des solides à base circulaire, ovale ou elliptique, dont la surface passant par le sommet (apex) est réglée par une génératrice droite ou par un profil courbe en vue de face orthogonale (appelée en art du trait « **chevron d'emprunt** » ou simplement « **emprunt** »). Quand la hauteur est au centre de la base circulaire, on parle de « **cône de révolution** ». Quand la hauteur est excentrée, on parle de « **cône irrégulier** ».

Ces volumes sont parmi les plus complexes à étudier en art du trait. C'est ce que l'on nomme « **le croche** ». En effet les tracés sont en trois dimensions, avec en plus des surfaces planes à la fois biaisées pour le cône de révolution ou en courbes convexes et/ou concaves pour des cônes aux profils cintrés ou sphériques. Les pièces issues de ces tracés se nomment « **pièces croches** ».



## o Les développements de solides

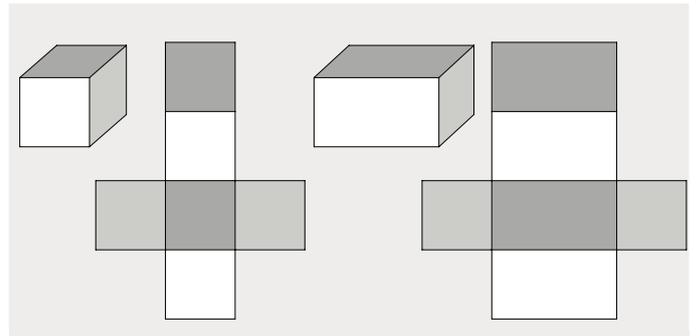
Apprendre à développer des solides en art du trait est essentiel. Sans eux, impossible d'aller au-delà de la géométrie plane, donc impossible de mettre en pratique des constructions complexes ! Les pièces de bois ou travaux qui seront inscrits dans ces solides nécessitent de pouvoir être tracés **développés à plat** afin de déterminer des formes, des angles, de vraies mesures... Exemples : des feuillots de lamellé-collé, la préparation d'une marqueterie sur une surface courbe, le chapeau de gendarme sur une porte cintrée en plan, dessiner les déformations d'un limon d'escalier en courbe irrégulière...

Les solides peuvent se développer de plusieurs façons :

- par rabattement des faces (parallélépipèdes)
- par déroulement de la face (cylindre)
- par écrasement depuis l'apex (pyramide et dômes de pyramides, cônes à génératrice droite).

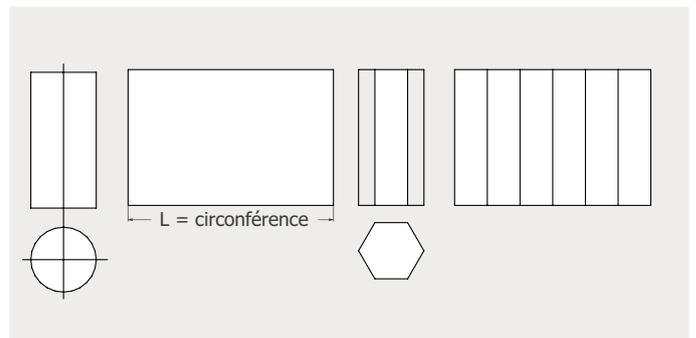
**Remarque** : les sphériques (en vert sur l'illustration précédente) ne peuvent pas se développer (déchirures).

a) **Développement de parallélépipèdes** : nous l'avons tous appris à l'école élémentaire, on développe les parallélépipèdes à l'image d'une boîte fermée dont on rabat les faces au sol par charnières, depuis sa base. C'est le principe du dessin orthogonal.



b) **Développement de cylindres** : le principe reste simple, on déroule le volume à l'image d'un rouleau de papier-toilette. Pour cela, le principe est de mesurer par calcul la circonférence du cercle à la base du cylindre ( $\pi \times \text{diamètre}$ ), puis de la tracer droite (on parle de « **ligne de sol** »). Ensuite, on y élève la hauteur du cylindre, d'après laquelle on peut tracer un rectangle. Découpé, ce rectangle pourrait s'enrouler autour du cylindre.

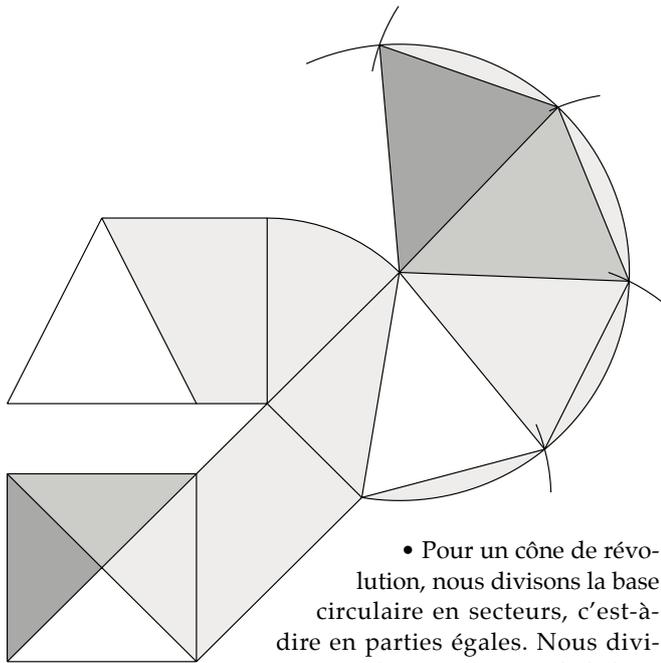
Si le cylindre à développer est de base polygonale, il suffit de tracer à plat toutes ses faces rectangulaires ou carrées depuis une ligne de sol.



c) **Développement de pyramidaux et de coniques** : le principe est l'écrasement depuis l'apex, qui étale le périmètre de la base et détermine à plat le plan des faces.

- Pour une pyramide, nous devons tracer l'arête en vraie grandeur, en construisant un triangle rectangle dont la base est la distance entre un angle et le centre de la base de la pyramide. Le second côté de ce triangle, à l'angle droit, est la hauteur de la pyramide. L'hypoténuse obtenue sera la vraie grandeur de l'arête ! Il suffit enfin de tracer les faces accolées les unes aux autres depuis un arc de cercle ayant comme rayon cette vraie grandeur, en y traçant au compas des cordes équivalentes au côté de la base de la pyramide.

**Remarque** : quand il s'agit d'un dôme de pyramide, il faudra en plus étaler à plat les faces cintrées, mais nous y reviendrons plus tard.



• Pour un cône de révolution, nous divisons la base circulaire en secteurs, c'est-à-dire en parties égales. Nous divisons ensuite la circonférence de la base circulaire ( $\pi \times$  diamètre) par le nombre de secteurs (16 dans notre exemple), ce qui nous donne la longueur d'un arc de secteur. Alors, sur un arc de cercle ayant comme rayon la valeur de la génératrice de la face du cône, nous reportons au compas le nombre de divisions trouvées sur la base, puis nous relierons toutes les divisions à l'apex du développement.

**Remarque :** généralement, il est dit de prendre directement les cordes présentes sur les divisions de la base circulaire pour développer un cône, mais c'est moins précis que de calculer les longueurs d'arcs de cercle des secteurs. En effet, sur des épures de grande taille, les écarts peuvent se compter en centimètres, ce qui peut être très préjudiciable à certains travaux.

- Pour des pyramides irrégulières ou des cônes irréguliers (où la hauteur est excentrée sur la base), le principe de développement est identique mais ces constructions, bien spécifiques, font appel à de multiples génératrices (« chevrons d'emprunt ») : nous traiterons ces cas plus tard.

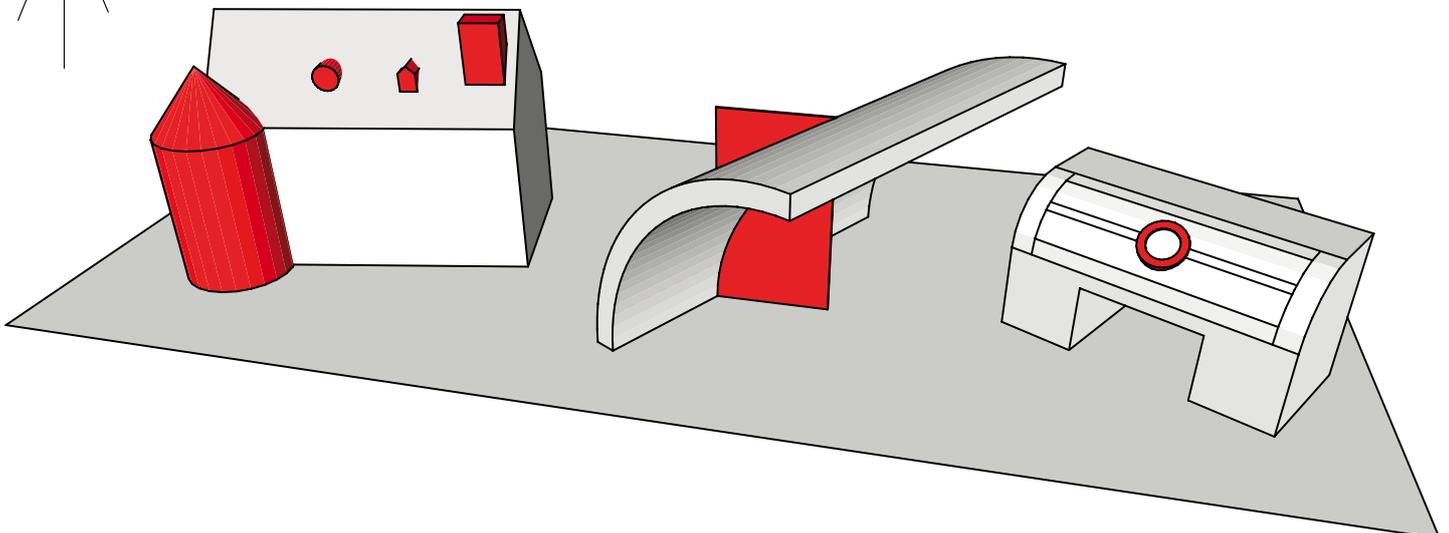
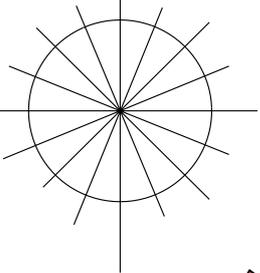
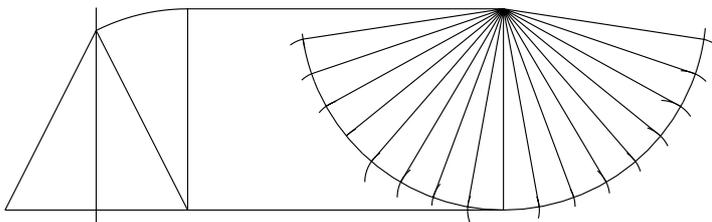
## ▣ Les pénétrations, collisions et raccords

Dans un ouvrage en bois, plusieurs solides différents peuvent entrer en « collision » dans sa physionomie finie. Exemples :

- la toiture entre une tour et une maison, ou bien cette même toiture entre des lucarnes ou une cheminée ;
- un agencement de placard biais sur une voute en menuiserie ;
- un médaillon sur un bureau à cylindre en ébénisterie (schéma ci-dessous).

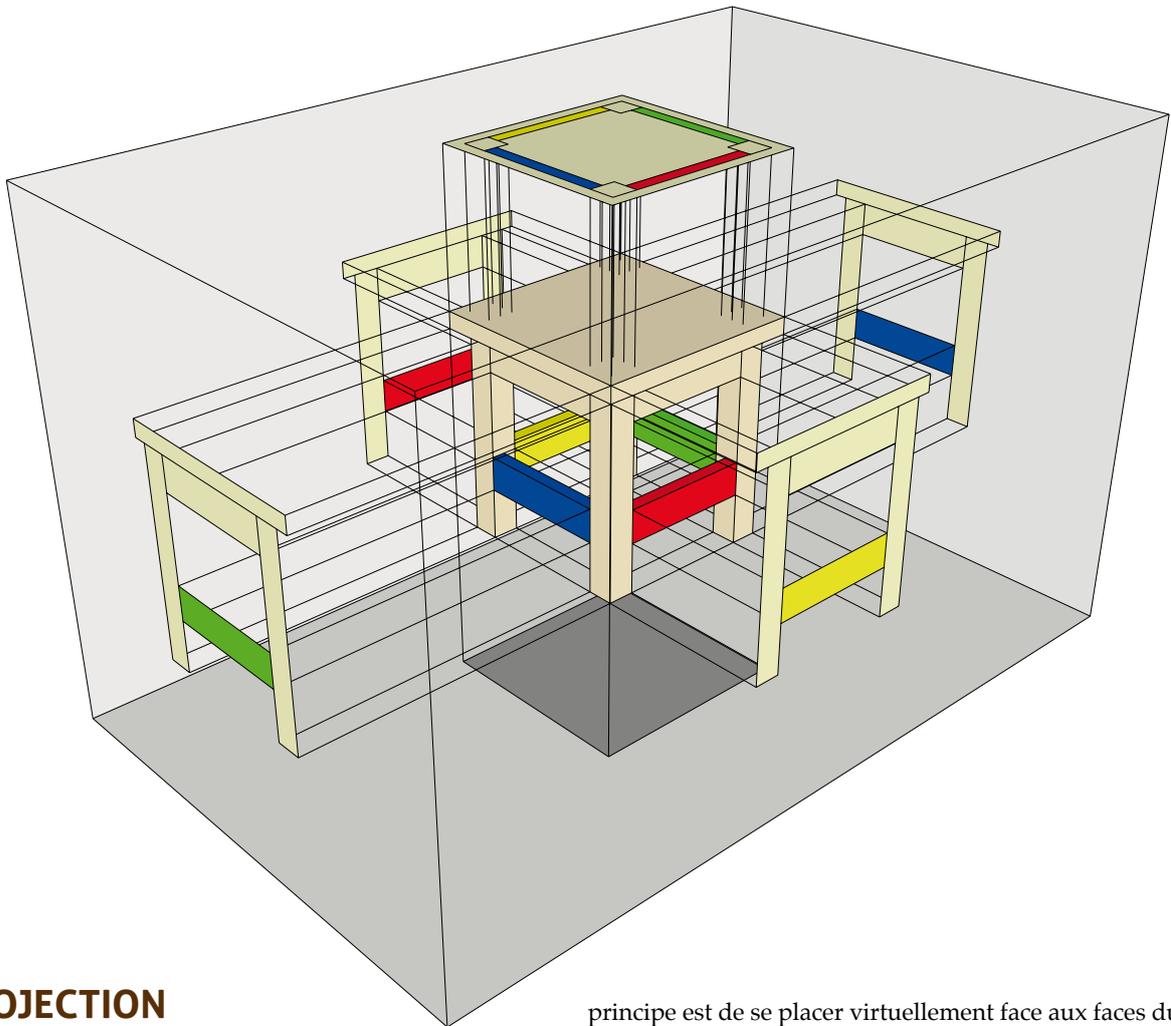
Ces collisions, ou pénétrations, créent des raccords à la jointure de deux solides différents (en charpente, ces raccords se nomment des « noues »). En faisant appel à l'art du trait, il faut les identifier, les rechercher et les tracer pour réaliser un travail propre et harmonieux.

Voilà pour ce chapitre sur la présentation de l'art du trait et ses différents composants géométriques appliqués aux travaux en bois ! Vous le voyez : l'apprentissage de la géométrie de base est un passage obligé dans les professions du bois. Mais il faut l'aborder comme un outil purement pratique. Un outil qui doit être maîtrisé et entretenu, alors pour progresser amusez-vous à faire des constructions géométriques applicables à des travaux en bois, ou à les débusquer dans des travaux finis ! ■



# Explications théoriques du principe de l'art du trait

Le « trait » est une opération de géométrie descriptive, propre à décomposer en plans multiples un solide à façonner, ou seulement un de ses éléments en particulier (stéréotomie). C'est un partenaire essentiel des professionnels du bois tout au long de leur carrière. En effet, connaissant la géométrie plane et la construction de bâtis en bois à petit cadre et à grand cadre ainsi que les dérivés contemporains (montants, traverses, panneaux et assemblages), ils sont forcément amenés à mettre en application le dessin purement technique pour parfaire des études de projets (plans) et des épures de fabrications.

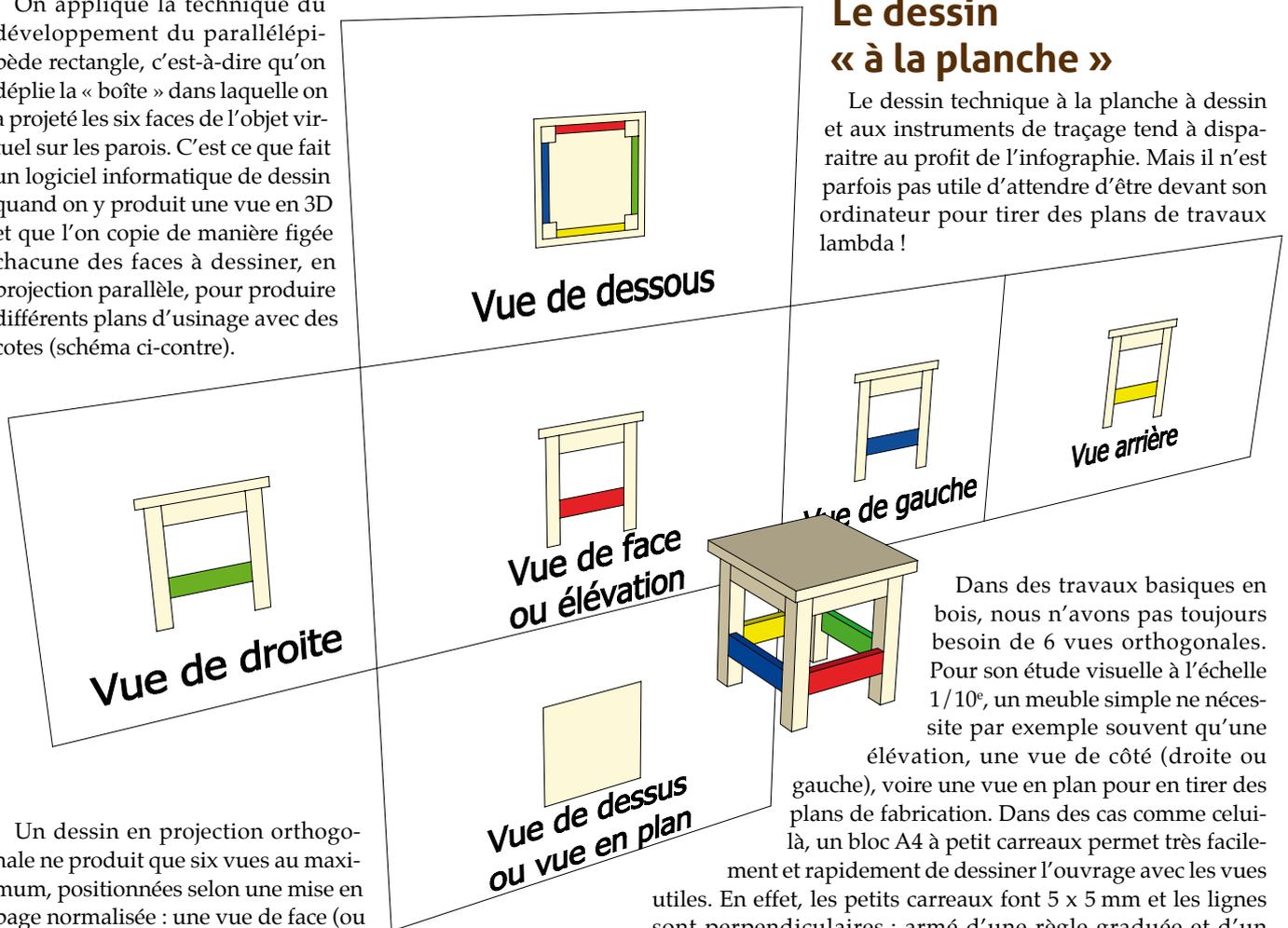


## LA PROJECTION ORTHOGONALE

La projection orthogonale est un type de perspective très utilisée en dessin industriel (schéma ci-dessus). C'est le principe de base de tout professionnel pour faire des plans de fabrication lisibles et standardisés. Son but est de **retranscrire sur un support en 2D (tracé à plat) un objet qui, lui, est en 3D**. Le

principe est de se placer virtuellement face aux faces du projet à réaliser, et de projeter chaque point de vue par des lignes génératrices, toutes parallèles : on représente ainsi chacune des faces individuellement depuis le plan de projection de l'objet virtuel, sur une surface située à l'arrière de celui-ci (« boîte fermée »). La génération des figures est simple, par contre, elle n'est pas représentative de la réalité du rendu visuel d'un objet.

On applique la technique du développement du parallélépipède rectangle, c'est-à-dire qu'on déplie la « boîte » dans laquelle on a projeté les six faces de l'objet virtuel sur les parois. C'est ce que fait un logiciel informatique de dessin quand on y produit une vue en 3D et que l'on copie de manière figée chacune des faces à dessiner, en projection parallèle, pour produire différents plans d'usinage avec des cotes (schéma ci-contre).



Un dessin en projection orthogonale ne produit que six vues au maximum, positionnées selon une mise en page normalisée : une vue de face (ou « élévation »), une vue de dessus (ou « vue en plan »), une vue de dessous, une vue de droite (placée à gauche !), une vue de gauche (placée à droite !), et une vue arrière. Soit un plan de fabrication de chaque face.

**Remarque :** en art du trait, les dénominations **élévation** et **vue en plan** sont systématiquement appliquées.

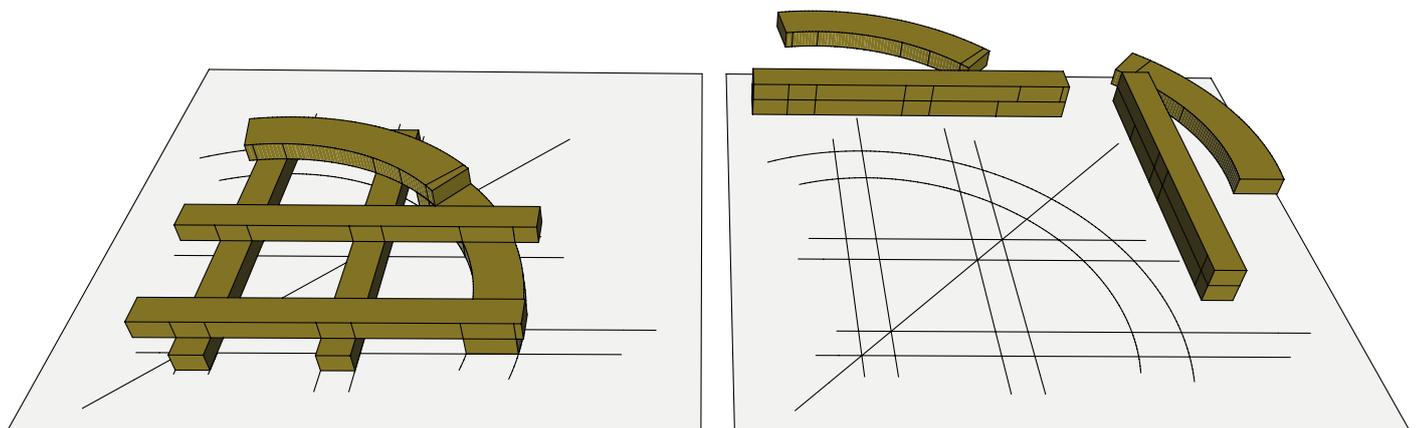
On produit des épures strictement orthogonales à l'échelle 1 dans biens des cas (bâti non d'équerre ou avec des cintres sur les faces projetées), pour pouvoir tracer les pièces ou fabriquer des gabarits par exemple (schéma ci-dessous).

## Le dessin « à la planche »

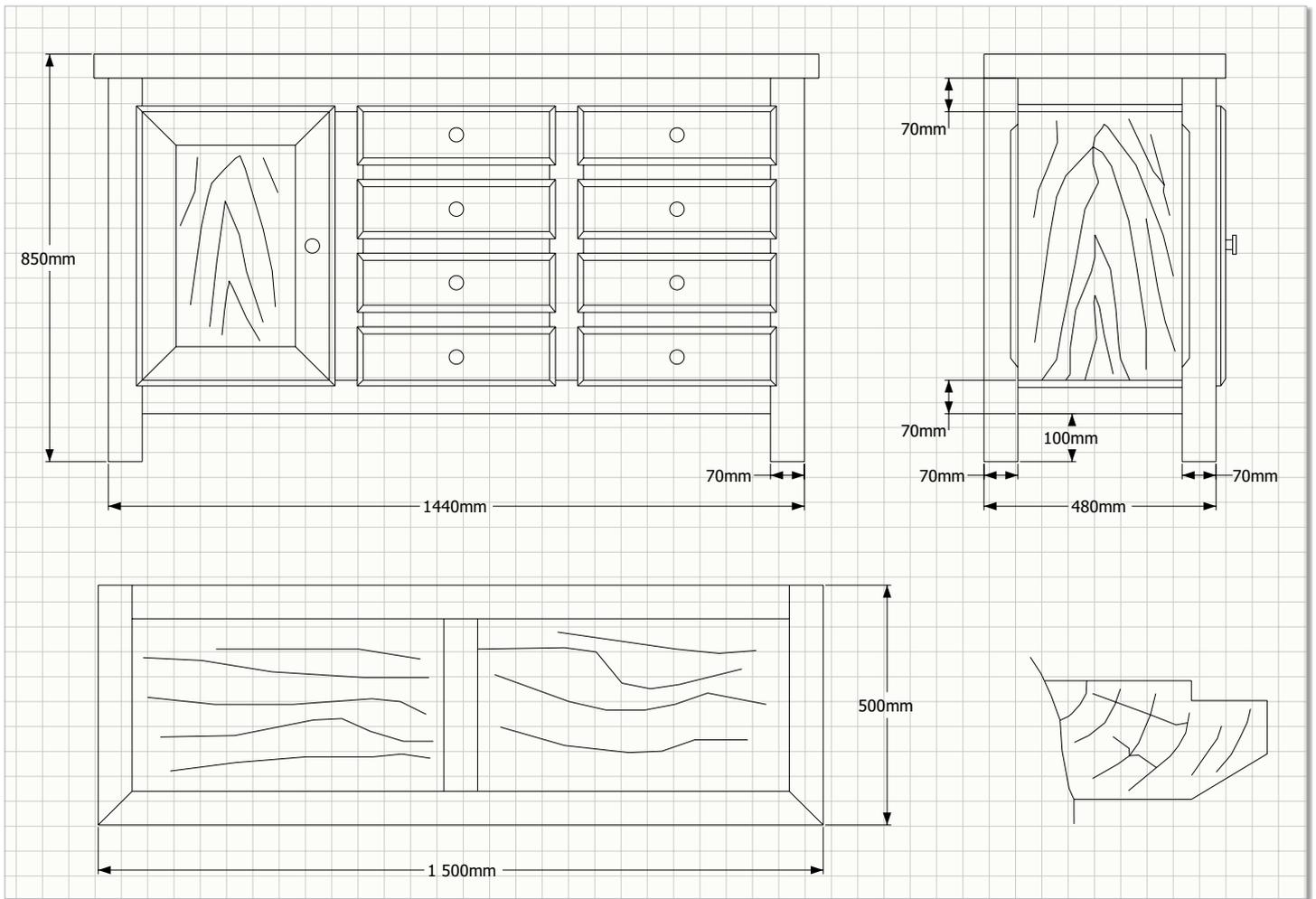
Le dessin technique à la planche à dessin et aux instruments de traçage tend à disparaître au profit de l'infographie. Mais il n'est parfois pas utile d'attendre d'être devant son ordinateur pour tirer des plans de travaux lambda !

Dans des travaux basiques en bois, nous n'avons pas toujours besoin de 6 vues orthogonales. Pour son étude visuelle à l'échelle 1/10<sup>e</sup>, un meuble simple ne nécessite par exemple souvent qu'une élévation, une vue de côté (droite ou gauche), voire une vue en plan pour en tirer des plans de fabrication. Dans des cas comme celui-là, un bloc A4 à petit carreaux permet très facilement et rapidement de dessiner l'ouvrage avec les vues utiles. En effet, les petits carreaux font 5 x 5 mm et les lignes sont perpendiculaires : armé d'une règle graduée et d'un crayon à gomme, on peut produire des plans orthogonaux précis à l'échelle 1/10<sup>e</sup>, respectant la mise en page normalisée, même *in situ* près de son client ! (voir schéma page suivante).

Pourquoi apprendre à dessiner de cette façon traditionnelle ? Parce qu'il est impératif de connaître et de pouvoir retranscrire la méthode « à la planche » sur des dessins et des épures d'étude ou pratiques à l'échelle 1, notamment pour construire du dessin géométral et de la stéréotomie, des procédés essentiels que nous verrons plus loin.



# Explications théoriques du principe de l'art du trait

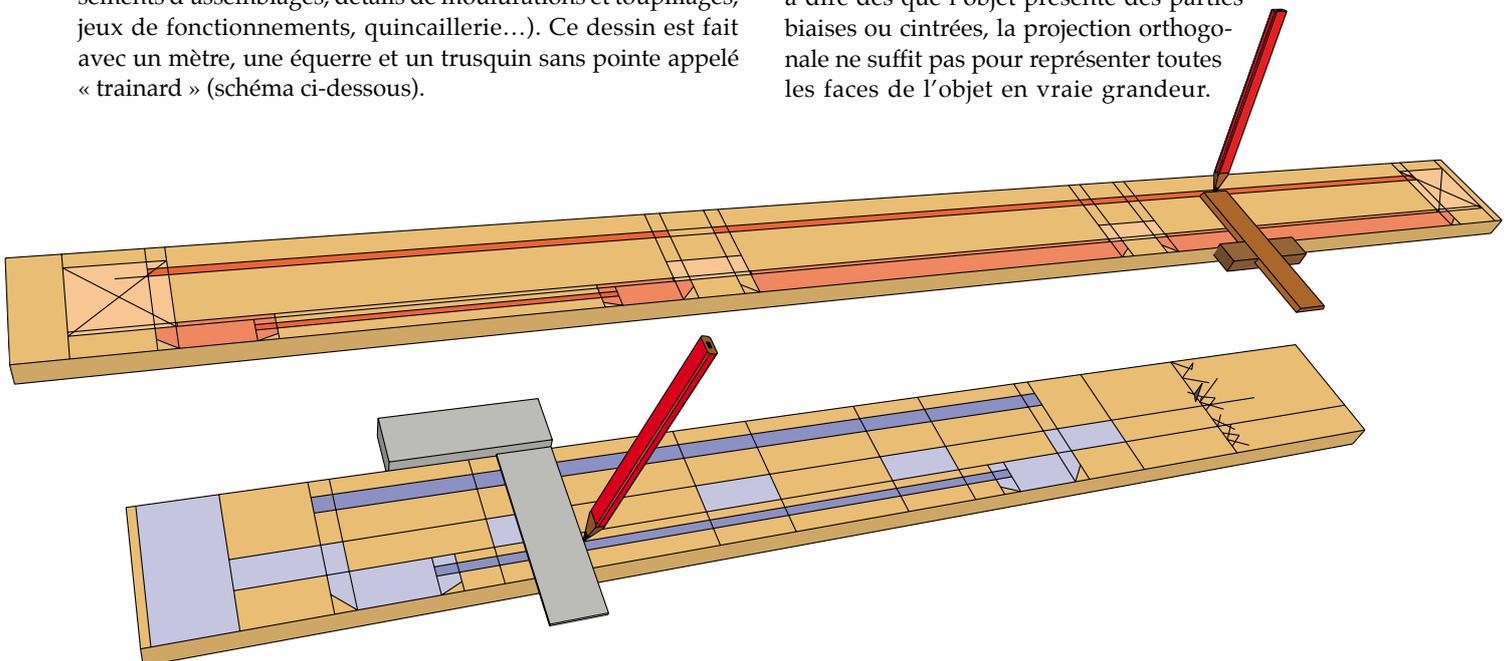


## Le plan sur règle

Bien connu des professionnels, le plan sur règle est une technique de dessin dérivée de la projection orthogonale. Il s'agit de tracer sur une règle en bois, de façon orthogonale à l'échelle 1, des coupes horizontales (colorées en rouge) et des coupes verticales (colorées en bleu) de son projet, pour détailler les mesures précises des éléments assemblés utiles à sa fabrication (sections des bois, cotes des panneaux et des arasements d'assemblages, détails de moulurations et toupillages, jeux de fonctionnements, quincaillerie...). Ce dessin est fait avec un mètre, une équerre et un trusquin sans pointe appelé « trainard » (schéma ci-dessous).

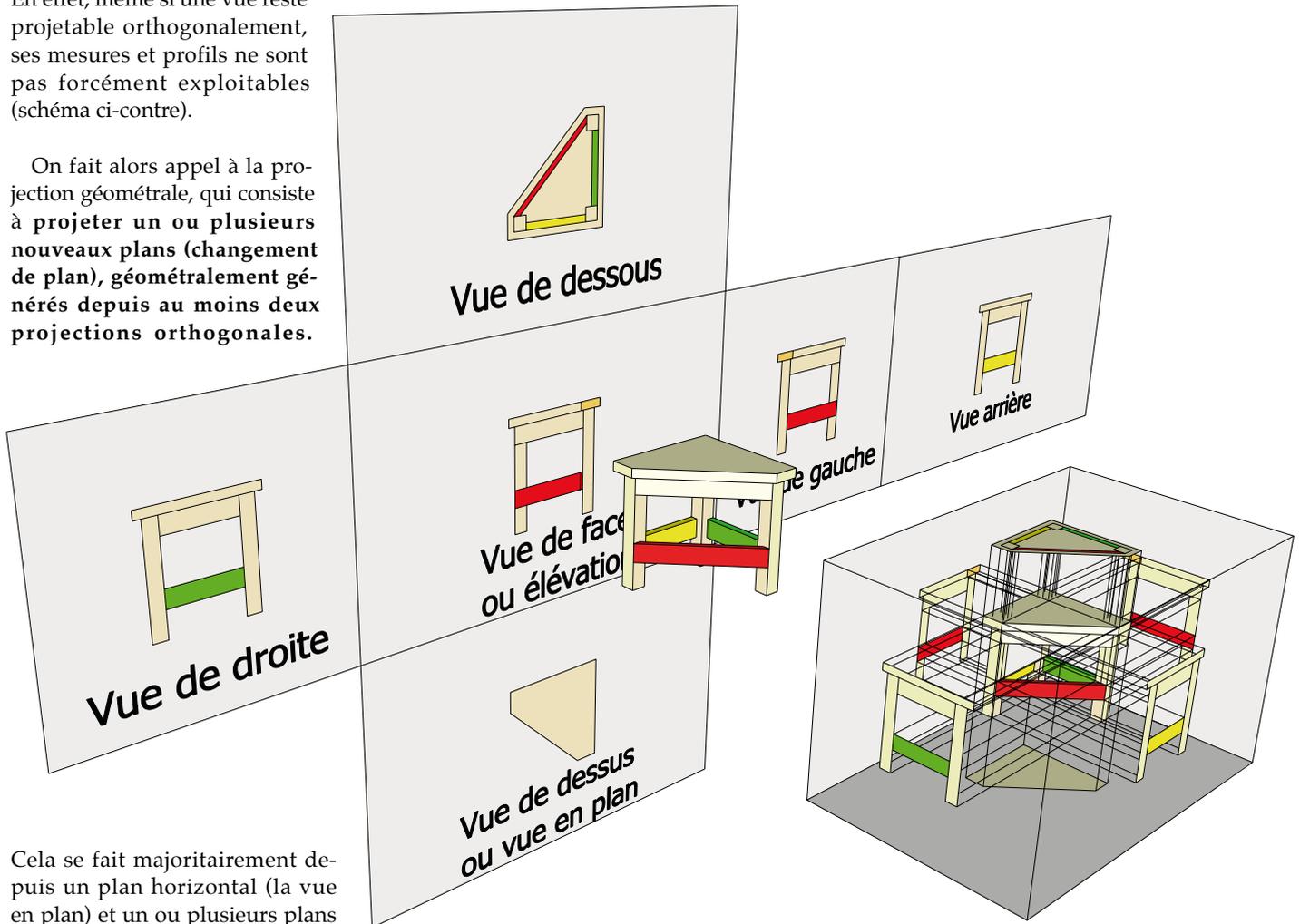
## LE DESSIN GÉOMÉTRAL GLOBAL (DESSIN DESCRIPTIF)

Parfois, les différentes vues produites par projections orthogonales (« vues orthogonales ») ne suffisent pas pour produire de manière complète une représentation, un plan ou une épure pratique d'un ouvrage. Ainsi, dès lors que tout ou partie de la vue en plan d'un projet n'est plus parallèle à la « boîte », c'est-à-dire dès que l'objet présente des parties biaisées ou cintrées, la projection orthogonale ne suffit pas pour représenter toutes les faces de l'objet en vraie grandeur.



En effet, même si une vue reste projetable orthogonalement, ses mesures et profils ne sont pas forcément exploitables (schéma ci-contre).

On fait alors appel à la projection géométrale, qui consiste à **projeter un ou plusieurs nouveaux plans (changement de plan), géométralement générés depuis au moins deux projections orthogonales.**

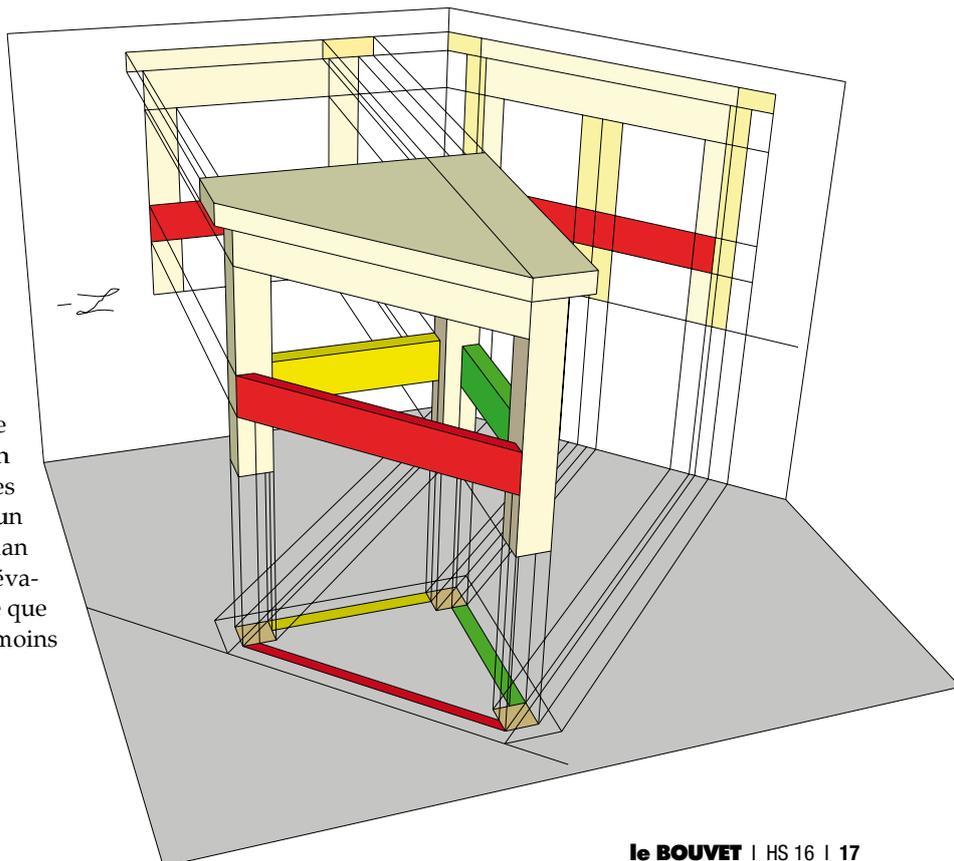


Cela se fait majoritairement depuis un plan horizontal (la vue en plan) et un ou plusieurs plans verticaux (vue de droite, vue de gauche, élévation ou encore un développement).

Le principe est de déterminer et de matérialiser de nouveaux points de construction d'éléments à représenter, à partir des différentes vues orthogonales, pour établir un nouveau plan de fabrication et de représentation en vraie grandeur (vue géométrale). Les points de coordonnées projetés sont chaque fois déterminés par les intersections de fuyantes génératrices verticales sur des horizontales de deux vues orthogonales différentes. Voyons cela de façon détaillée et en images...

## Le changement de plan

La projection géométrale a pour but de construire une nouvelle représentation d'un plan d'ouvrage ou d'une pièce permettant de les voir en vraie grandeur. Pour cela, on procède à un changement de plan : on trace un nouveau plan horizontal ou/et un nouveau plan frontal (élévation géométrale) de projection parallèle à la face que l'on souhaite voir en vraie grandeur, depuis au moins deux autres vues voir schéma ci-contre).

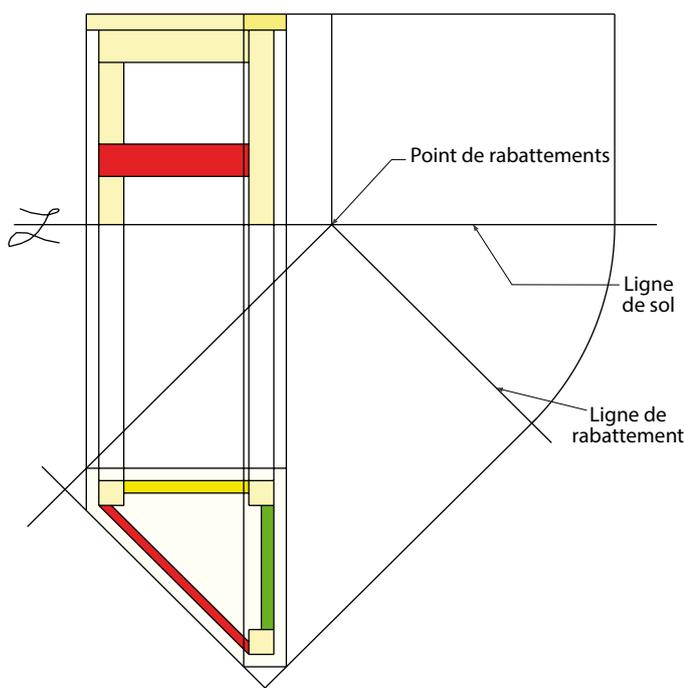


# Explications théoriques du principe de l'art du trait

## Tracer un changement de plan :

- Nous commençons par représenter une vue en plan orthogonale (vue de dessus), avec tous les éléments utiles de construction de notre ouvrage qu'il va falloir ensuite projeter sur une élévation géométrale.
- Au-dessus de cette vue en plan, nous projetons l'élévation orthogonale (vue de face).
- Nous construisons alors le contour du changement de plan : à l'intersection d'une ligne fuyante horizontale appelée « ligne de sol » venant de l'élévation orthogonale, et d'une autre ligne fuyante, perpendiculaire à l'extrémité de la face à projeter vue en plan, côté élévation. La rencontre de ces deux lignes nous donne le « point de rabattement ». Depuis ce point, nous traçons la « ligne de rabattement » parallèle à la face à projeter de la vue en plan. Puis, au compas, depuis le point de rabattement, nous rabattons par un arc de cercle une seconde fuyante perpendiculaire à la face projetée vue en plan, placée cette fois-ci à son extrémité opposée, verticalement sur une fuyante horizontale projetée correspondant à la hauteur définie depuis le sommet l'élévation.

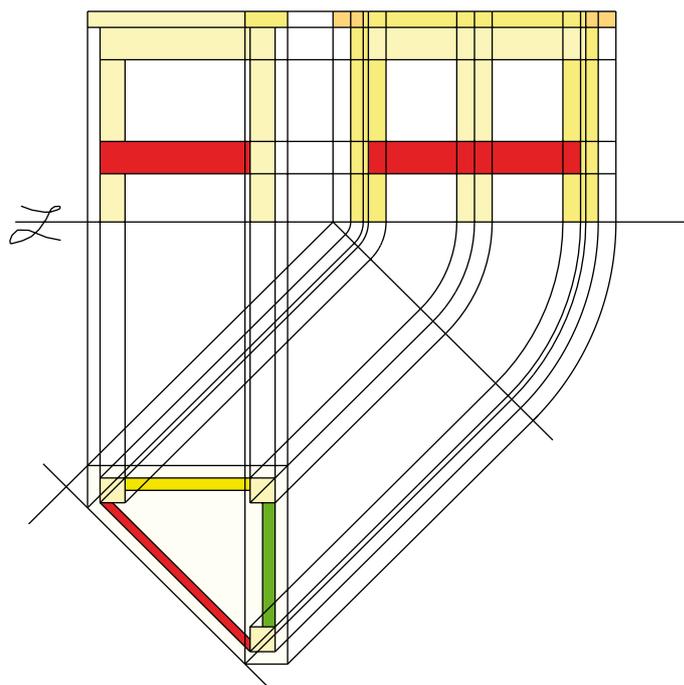
### Élévation orthogonale



### Vue en plan

- Le contour du changement de plan est prêt. Nous projetons maintenant toutes les génératrices utiles depuis la vue en plan vers la ligne de rabattement. Puis, au compas, nous les rabattons toutes sur la ligne de sol afin de les projeter verticalement sur le plan de l'élévation géométrale. Enfin, nous traçons toutes les génératrices horizontales utiles venant de l'élévation.
- Aux intersections des génératrices horizontales et verticales, nous avons tous les points utiles au tracé définitif en vraie grandeur de la vue géométrale désirée (schéma ci-dessus à droite).
- Une mise en couleur parachève la construction pour la matérialiser !

### Élévation géométrale



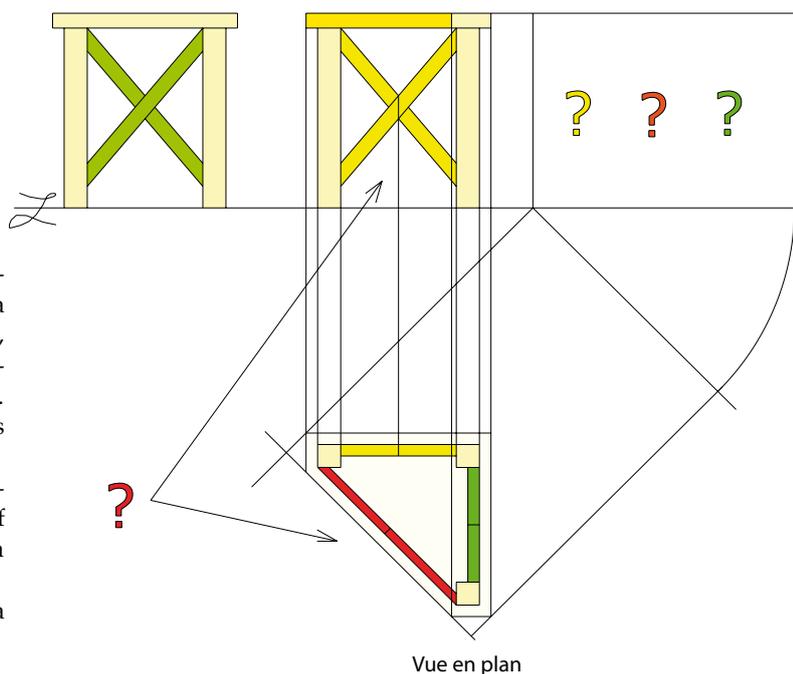
## Tracer un changement de plan quand des pièces en pente sont vues en élévation :

Gardons l'exemple du petit meuble du cas général précédent, mais avec cette fois des traverses en X.

- Comme pour le cas général, nous commençons par tracer en orthogonal tout ce qui est utile, possible, et connu. Malgré les différentes vues tracées, nous nous apercevons qu'il n'est pas possible d'effectuer le traçage complet des traverses en X de la façade biaise car plusieurs points sont inconnus. Les points manquants vont alors pouvoir être apportés par changement de plan, sur l'élévation géométrale où les traverses en X vont être dessinées en vraie grandeur.

### Vue de droite

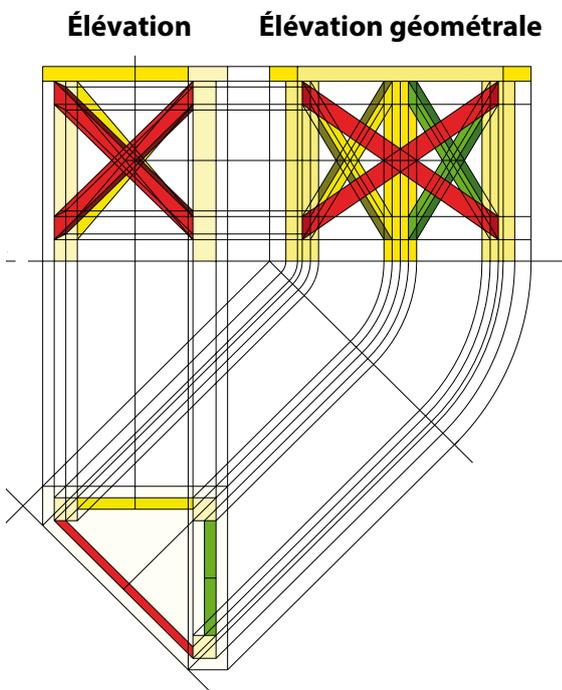
### Élévation



- b) Nous traçons le contour du changement de plan.
- c) Nous traçons toutes les génératrices depuis l'élévation, horizontalement, et verticalement depuis le rabattement.
- d) Nous traçons la vue géométrale et ses traverses en X en vraie grandeur depuis tous les points de coordonnées, puis nous matérialisons avec des couleurs ou des ombres les différents éléments. Que découvrons-nous alors ? Une représentation en 3D où il apparaît que les bois biais en X de face (en rouge) sont en vraie grandeur, avec l'angle d'arasement mesurable. Notez que les côtés de l'objet vus en arrière-plan y sont représentés en perspective, leurs faces et leurs chants ne sont donc pas mesurables sur cette vue.

e) Nous pouvons alors projeter les nouveaux points trouvés sur l'élévation géométrale, vers l'élévation orthogonale afin d'en finir le tracé.

Il apparaît ainsi que l'élévation est vue complète, orthogonalement et aussi géométralement ! Elle permet la visualisation de l'objet fini... Mais seule l'élévation géométrale peut servir de plan mesurable aux traverses en X de la façade biaisée.



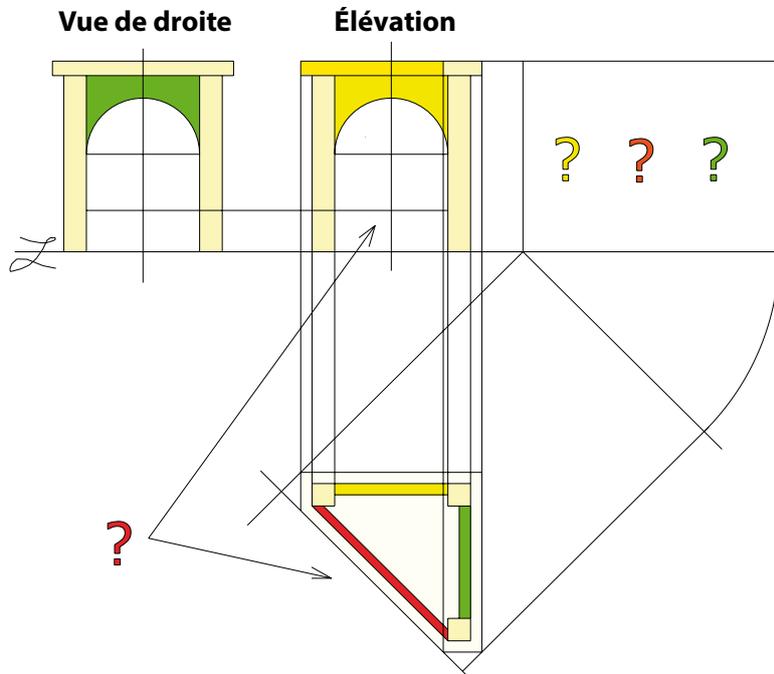
**Tracer un changement de plan quand des pièces cintrées sont vues en élévation :**

Gardons à nouveau l'exemple de notre petit meuble, mais imaginons-le cette fois avec des traverses cintrées. Le procédé de projection géométrale est identique au précédent sauf que pour retranscrire un cintre vu de biais (donc, déformé) sur une élévation orthogonale, il faut le décomposer en plusieurs points à projeter depuis sa vue de face en vraie grandeur, encore non connue.

**Remarque :** il va nous falloir un nouvel outil pour tracer à la main, par points, des courbes déformées par la projection géométrale. Il s'agit d'une règle semi-rigide à cintrer sur les chants, appelée « cerce » ou bien un « pistolet de dessin ».

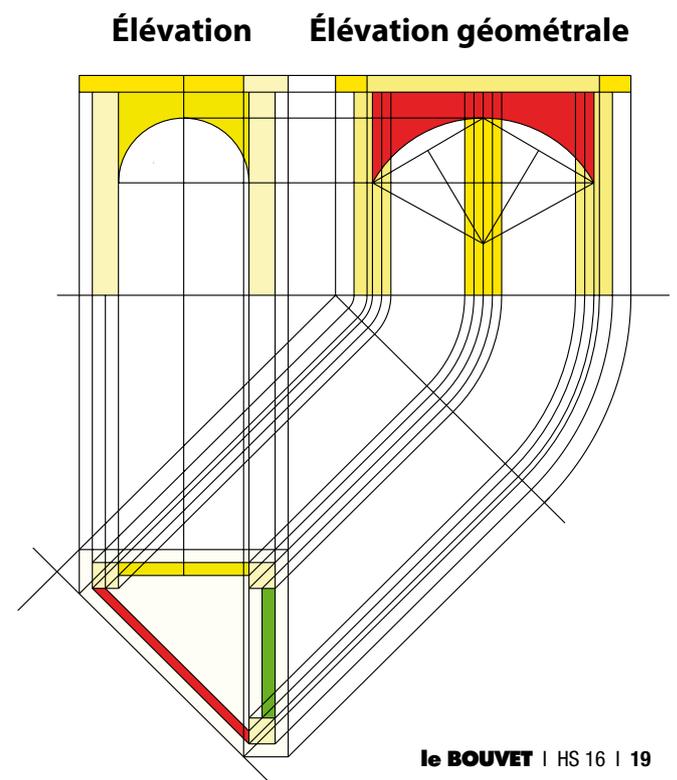
- a) Comme précédemment, nous commençons par tracer en orthogonal tout ce qui est utile, possible, et connu. Nous nous apercevons qu'il n'est pas possible de tracer la traverse cintrée de la façade biaisée car son profil est encore inconnu. Seuls les cintres des vues de côtés sont tracés, en vraie grandeur. Les points de coordonnées manquants vont nous être apportés par la future élévation géométrale suite

au changement de plan. Elle va faire apparaître la traverse cintrée dessinée en vraie grandeur grâce à « trois points », la hauteur et la longueur du cintre étant données par les vues de côté. Nous pourrions enfin la décomposer en divisions égales pour créer des points générateurs de la courbe à projeter vers la vue en plan et l'élévation orthogonale.



On trace alors la construction par changement de plan :

- b) Nous traçons toutes les génératrices depuis l'élévation, horizontalement et verticalement, venant de la vue en plan depuis le rabattement.
- c) Nous traçons la vue géométrale de la façade biaisée avec sa traverse cintrée en vraie grandeur depuis tous les points de coordonnées, puis nous matérialisons avec des couleurs les différents éléments. Il nous apparaît que la traverse cintrée de la façade biaisée est en vraie grandeur, avec son cintre régulier et ses arasements mesurables.

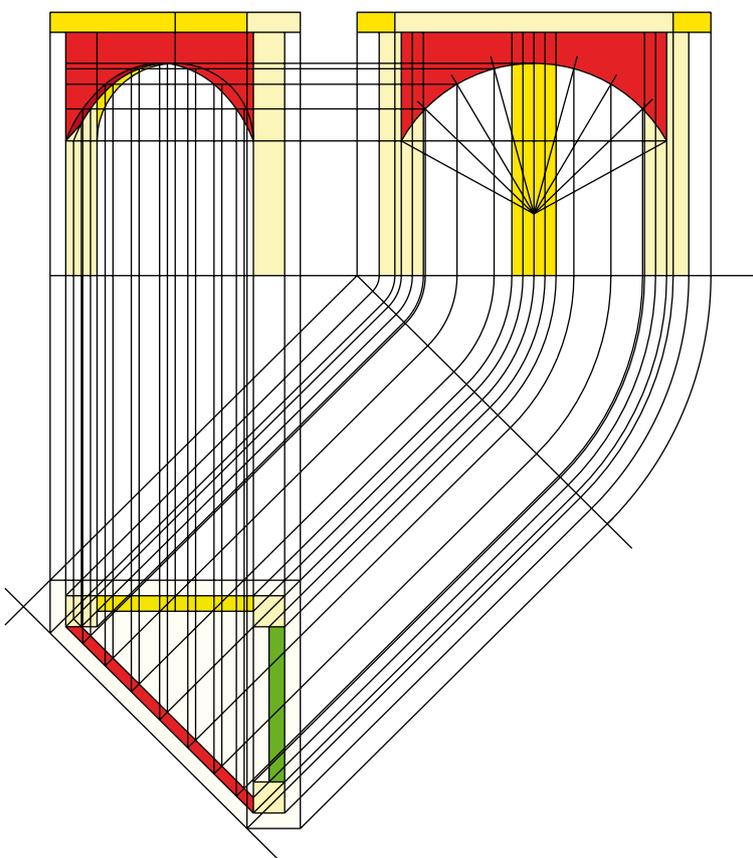


# Explications théoriques du principe de l'art du trait

- d) À présent, nous divisons le cintre de la traverse en parties égales, par cordes, ce qui génère de nouveaux points de référence.
- e) Nous projetons ces points par rabattement vers la vue en plan, et par génératrices horizontales vers l'élévation orthogonale.
- f) Nous projetons les nouveaux points ainsi matérialisés sur la vue en plan verticalement sur l'élévation orthogonale, par des génératrices.
- g) Les génératrices horizontales et verticales ainsi projetées sur l'élévation forment des intersections. Suivant ces intersections, à l'aide de la « cerce » ou du « pistolet de dessin » évoqués précédemment, nous traçons les courbes déformées de la traverse cintrée de la façade biaisée. Après avoir matérialisé en couleur les différents éléments, nous obtenons enfin la vue orthogonale finie !

Il apparaît ainsi que l'élévation, complète cette fois tant orthogonalement que géométralement, permet la visualisation de l'objet fini. Mais seule l'élévation géométrale peut servir de référence pour réaliser la traverse cintrée de la façade biaisée.

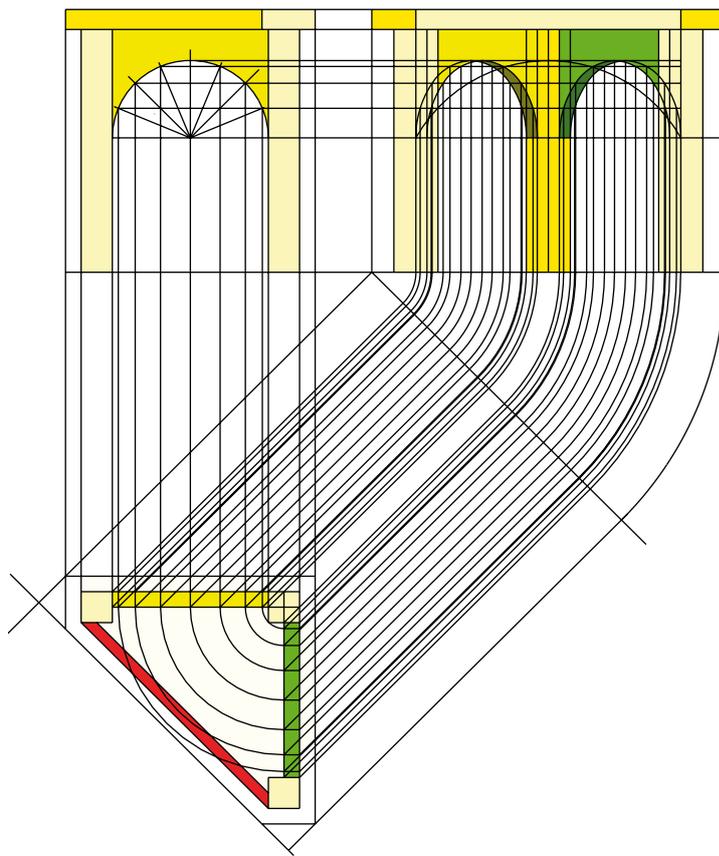
## Élévation      Élévation géométrale



- h) Pour tracer les cintres des côtés sur l'élévation géométrale, il faut faire le chemin inverse, c'est-à-dire partir de la vue en élévation orthogonale en divisant le cintre des côtés vus en vraie grandeur, puis projeter les points horizontalement de l'élévation orthogonale et verticalement depuis la vue en plan, par des génératrices, sur la vue géométrale.

**Remarque :** pour cette partie, j'ai volontairement fait un second tracé car faire le tout sur le même dessin aurait donné un ensemble surchargé de traits, peu lisible dans le format d'édition de la revue (la traverse de la façade biaisée y est représentée en transparence) (voir schéma suivant).

## Élévation      Élévation géométrale



## LES DÉVELOPPEMENTS EN ART DU TRAIT ET ÉLÉVATIONS GÉOMÉTRALES GLOBALES

Pour résumer sommairement, un développement produit une vue orthogonale plane de la surface déployée complète ou partielle d'un solide. En art du trait, le développement est un principe très important, car il va être nécessaire aux projections géométrales d'arçets, et de volumes cylindriques ou coniques. En effet, pour les volumes de ce type, les dessins d'études et d'épures seraient impossibles à tracer en plans utiles de fabrication sans pouvoir projeter des points essentiels depuis un développement.

### Le développement parallélépipédique

Nous l'avons déjà évoqué au chapitre précédent : développer un parallélépipède fait appel au principe de la boîte que l'on déplie. Mais ici, nous l'appliquons en pratique pour une épure de construction. Dans les professions du bois, on se sert très régulièrement du développement d'un parallélépipède par rabattement « en charnière », depuis la vue en plan. Voyons cela avec un exemple courant (schéma page suivante) : l'épure d'un escalier droit à quartier tournant. Après l'avoir calculé d'après la formule de Blondel (deux hauteurs + un giron = 60 cm), puis balancé les marches :

- a) Nous positionnons les marches et leurs recouvrements sur la vue en plan.
- b) Nous traçons les limons et, s'il y a lieu, les poteaux et crémaillères.

- c) De chaque côté utile de la vue en plan, nous traçons en parallèle des lignes de sol, puis toutes les lignes de niveaux de chaque hauteur de marche.
- d) Par des fuyantes perpendiculaires à la vue en plan, nous projetons tous les points de référence de positionnement des marches nécessaires sur les lignes de niveaux réciproques de chaque hauteur de marche.
- e) Nous traçons les épaisseurs des marches, et nous les matérialisons.
- f) En fonction de la position des marches, depuis les nez et les arrières, nous traçons les courbes de chants des limons, les poteaux, mains courantes, et toutes les autres informations utiles au façonnage de l'escalier (assemblages, entailles, balustres...).

**Remarque :** sur les schémas, dans un souci de clarté, je n'ai pas mis toute la numérotation des marches et de leurs hauteurs, choses qu'il faut absolument faire dans la pratique ! En effet, ce genre de dessin ou d'épure peut devenir cauchemardesque et source d'erreurs si on n'identifie pas clairement les génératrices et les lignes de niveaux.

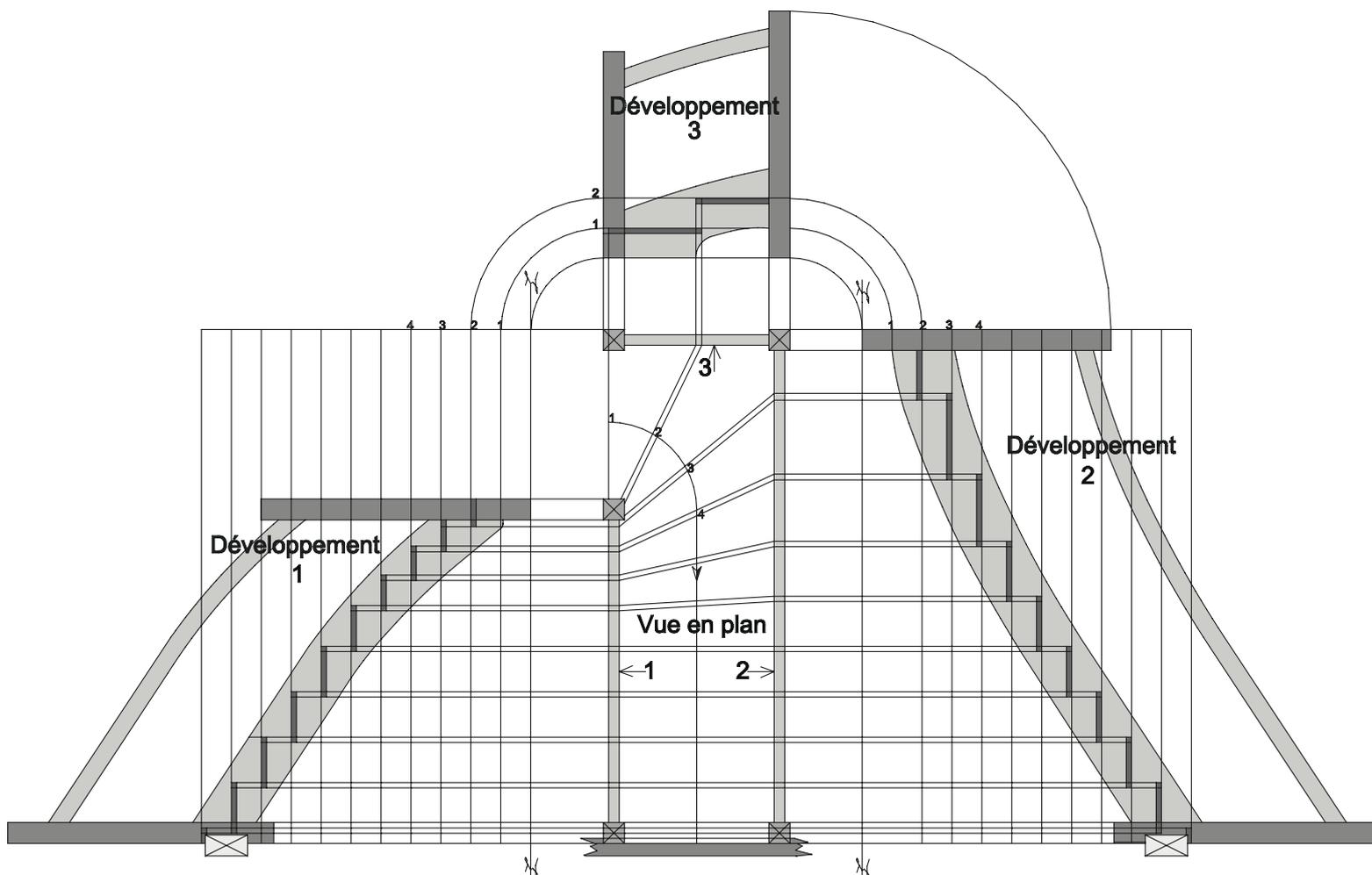
J'ai résumé très rapidement le principe ici, sachant qu'un traité sur le sujet peut contenir des centaines de pages ! Mais ce procédé de base est chaque fois mis en œuvre dans ce type de construction. Pour de l'escalier avec des courbes en plan (débillardé), il faudra par contre faire appel à une autre technique, associée à celle évoquée ici : nous en reparlerons plus loin dans le développement de cylindres.

## Le développement de pyramides et d'arêtiers

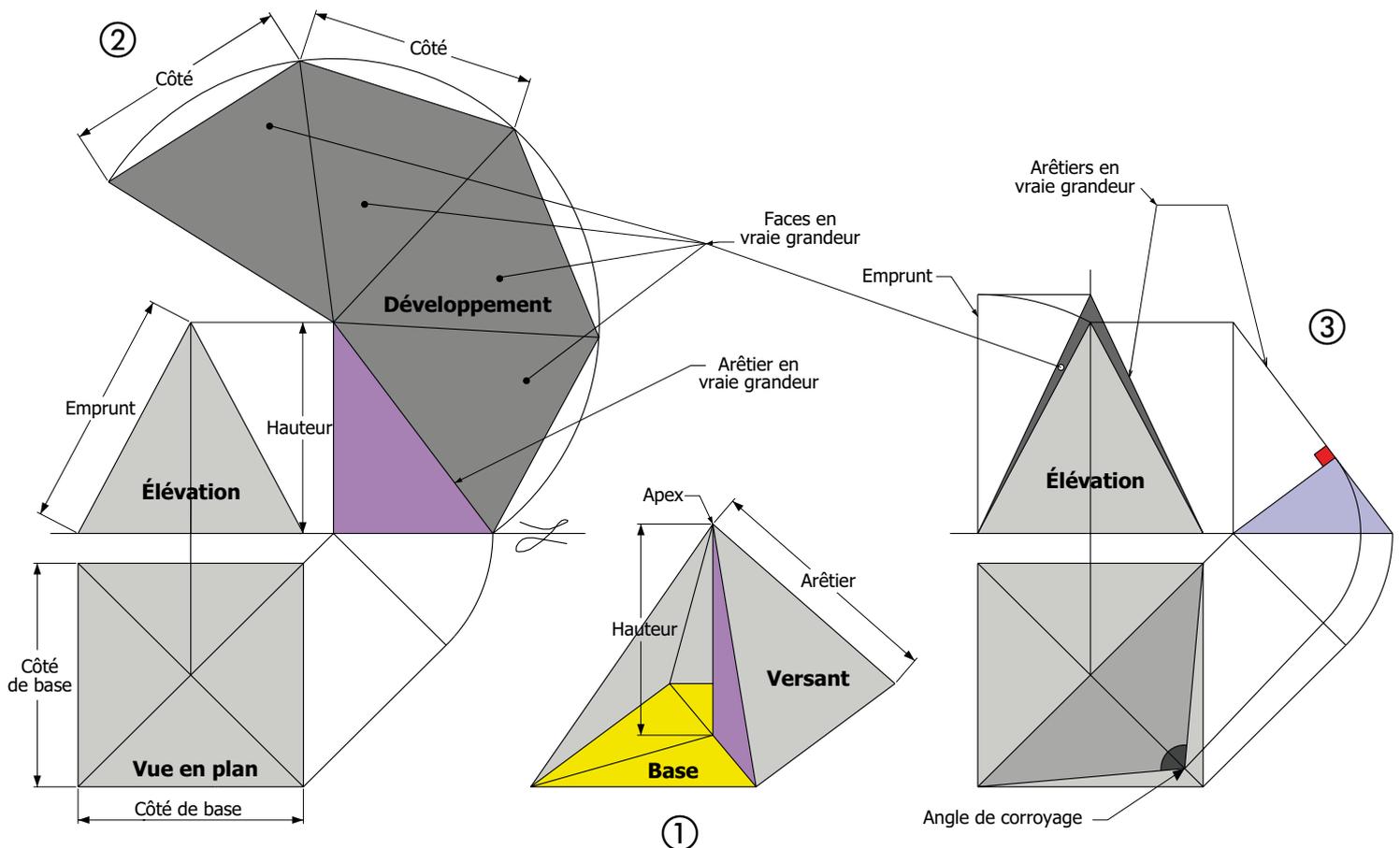
Savoir développer des volumes pyramidaux est essentiel aux travaux en bois dit « d'arêtiers ». En effet, sans connaître la technique du trait, il serait par exemple aventureux de construire un ouvrage constitué de versants se rejoignant sur une arête saillante. Plus concrètement, voyons cela avec la pyramide régulière classique, que tout le monde connaît (voir schéma ① page suivante). Elle est constituée d'une base carrée surmontée de quatre faces triangulaires en versants, qui se rejoignent au sommet de sa hauteur d'axe (l'apex). Chacune des quatre faces, identiques, se raccordent sur des arêtes identiques. Étudier et développer ce volume va nous donner la technique de base pour toutes ses variantes (irrégulières, polygonales, désaxées, en dôme...).

Sur la planche à dessin ou sur une épure, orthogonalement, la pyramide régulière est représentée en vue en plan par un carré avec deux diagonales qui matérialisent les arêtiers et son axe (voir schéma ② page suivante). En élévation, c'est un triangle isocèle ou équilatéral, de hauteur axée sur la vue en plan, avec deux côtés de même longueur (appelés en art du trait « emprunts » ou « chevrons d'emprunt » en charpente).

Le développement de cette pyramide régulière résulte de « l'écrasement » de l'apex vers le sol. Pour cela, la construction est simple : il faut déterminer la vraie longueur de l'arêtier en traçant un triangle rectangle ayant pour côtés d'équerres,



# Explications théoriques du principe de l'art du trait



la longueur d'une demi-diagonale rabattue de la vue en plan, et la hauteur de la pyramide projetée de l'élevation. L'hypoténuse résultante est la vraie longueur de l'arête (en violet sur le schéma). Du sommet du triangle, à partir de cette hypoténuse et en la prenant pour rayon, on trace alors un arc de cercle sur lequel on vient ensuite, au compas, reporter successivement la mesure identique de chacun des quatre côtés de la base de la pyramide. On peut alors tracer les cordes correspondant à la base de chacune des faces de la pyramide et ainsi obtenir son développement complet (si on découpe le contour du développement avec des ciseaux et que l'on plie les arêtes, on obtient la pyramide en volume).

On obtient aussi la forme de la face de pyramide en vraie grandeur et ses arêtes en vraie longueur en se servant de l'« emprunt », que l'on redresse perpendiculairement à la ligne de sol, puis que l'on projette sur l'axe de l'élevation et enfin en traçant les côtés de ce nouveau triangle.

## ○ L'angle de corroyage

Le second développement, essentiel, d'un volume pyramidal ou en arêtier, est ce que l'on nomme l'« **angle de corroyage** » (en charpente, on parle de « délardements »). En effet, les sections de bois d'arêtiers ne sont jamais d'équerre, donc l'angle à usiner au corroyage est à déterminer par tracé (voir schéma ③ ci-dessus).

À partir du tracé de l'arêtier en vraie grandeur, établi comme on l'a vu précédemment d'après un triangle rectangle, on trace la droite perpendiculaire correspondant à la hauteur du triangle issue de l'angle droit. Elle coupe l'arêtier (hypoténuse du triangle) en un point que l'on projette sur la vue en plan par rabattement, sous forme de génératrice, jusqu'à la demi-diagonale à l'origine de son établissement. À partir de l'intersection

ainsi définie, sur la vue en plan donc, nous traçons alors deux droites joignant les angles de la pyramide situés aux extrémités de la seconde diagonale : le triangle ainsi formé nous donne l'angle de corroyage ! Ainsi, si la pyramide devait être formée d'une simple ossature de chevrons assemblés, soulignant ses arêtes, le profil supérieur de la section des chevrons d'arêtiers devrait être corroyé suivant cet angle.

**Remarque :** quand on doit produire des dessins ou des épures avec des développements, il faut tenir compte de la place disponible sur le support de traçage. Mais on doit aussi s'efforcer de rendre la construction par le trait la plus lisible possible et précise, sachant que toutes les pièces de bois utiles y seront tracées.

## ○ Développement de pyramidaux : volumes théoriques

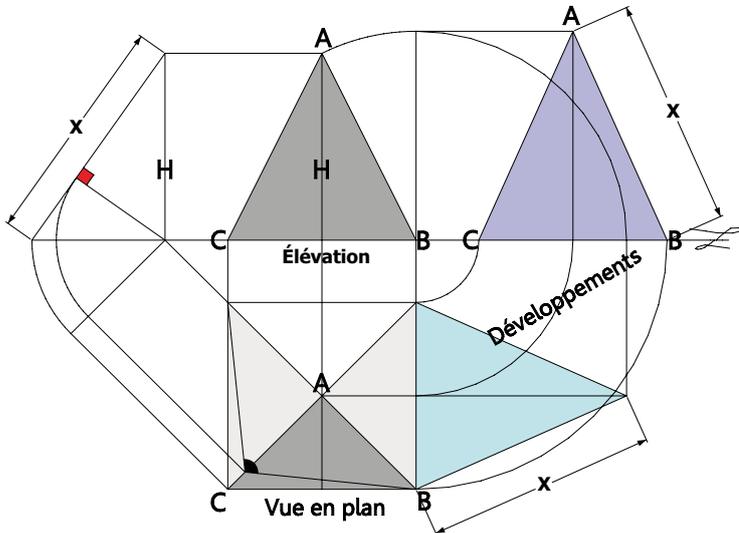
### Pyramide régulière entière :

Dans ce type d'ouvrage, pour produire une épure, si on prend exemple sur le schéma qui suit, nous n'avons besoin que de :

- Une vue en plan orthogonale du projet. Dans des travaux simples, souvent une demi-vue en plan suffit, sachant qu'une pyramide régulière a tous ses côtés et angles égaux.
- Une élévation orthogonale, définie par un triangle isocèle A-B-C ayant comme base un côté de la vue en plan C-B et comme hauteur H celle de la pyramide entière.
- Un développement en vraie grandeur d'un des côtés, représentant un triangle isocèle ayant comme base un côté de la vue en plan C-B, et comme hauteur la longueur de l'emprunt A-B redressé perpendiculairement. Deux tracés possibles au choix suivant les possibilités, soit à côté de l'élévation, soit dans l'alignement d'un côté de la vue en plan.

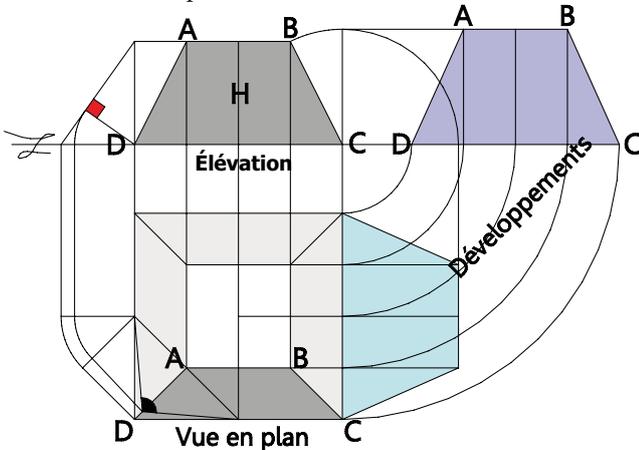
d) Et enfin pendant que le dessin n'est pas surchargé, on trace le développement de l'arête en vraie grandeur et l'angle de corroyage qui en découle !

Si la longueur de l'arête développée pour déterminer l'angle de corroyage est la même que les côtés du développement de la face en vraie grandeur, c'est que la construction est juste.



**Pyramide tronquée :**

Imaginons maintenant un volume pyramidal tronqué. C'est ce que l'on pourrait par exemple rencontrer dans un projet de jardinière. Le principe est identique au précédent, sauf que nous y incluons la section « de tronçonnage » qui nous apportera de nouveaux points.



**Pyramide à base polygonale :**

Quand la base de la pyramide est polygonale régulière (base en triangle équilatéral, base pentagonale, base hexagonale...), le principe est toujours le même. On trace perpendiculairement à l'arête vue en plan.

**Pyramide irrégulière :**

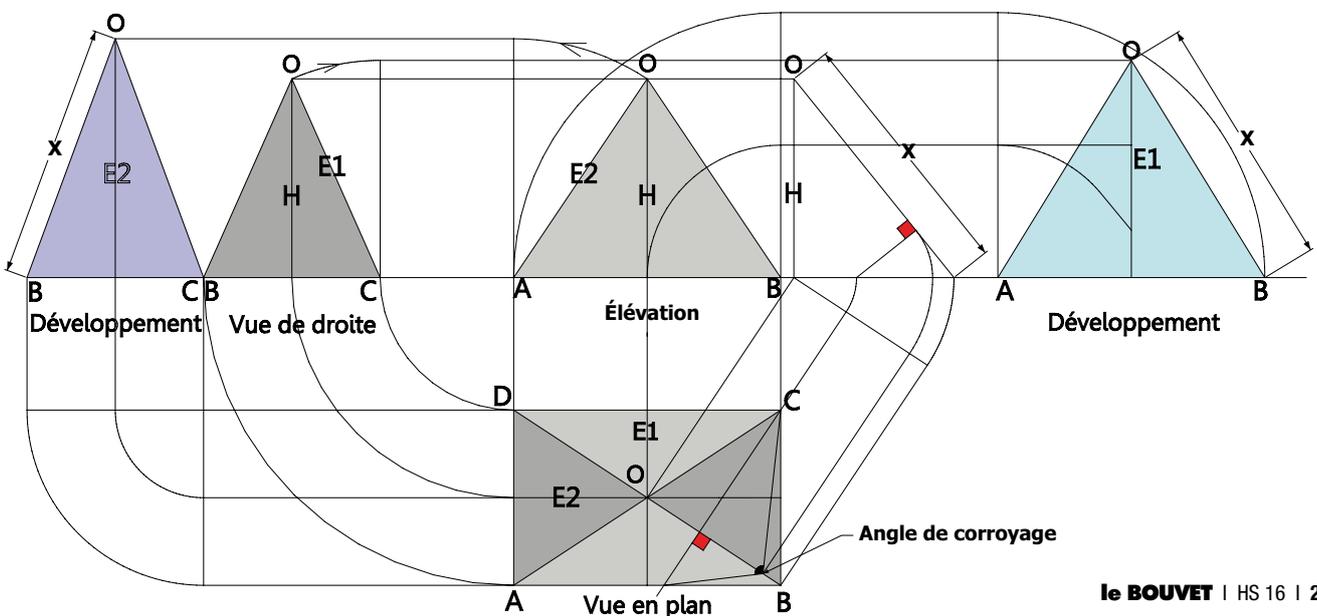
Une pyramide irrégulière en plan induit que les versants sont de pentes différentes. Les développements vont être un peu plus complexes que ceux des tracés précédents. Soit une vue en plan A-B-C-D axée sur la hauteur O (schéma ci-dessous) :

- a) La vue en plan orthogonale nous présente quatre faces en deux fois deux paires en miroir.
- b) L'élévation A-B-O représente une des deux grandes faces.
- c) La vue de droite B-C-O représente une des deux petites faces.

À partir d'ici, il faut être attentif :

- d) Le développement en vraie grandeur B-C-O de la vue de droite est généré à partir de la ligne d'emprunt E2 redressée et projetée depuis l'élévation, en tant que hauteur.
- e) Le développement en vraie grandeur A-B-O de l'élévation est généré par la ligne d'emprunt E1 redressée et projetée depuis la vue de droite, en tant que hauteur.
- f) La vraie grandeur de l'arêtier est établie toujours à partir du même principe de construction, d'après un triangle rectangle formé par la projection rabattue d'une des arêtes de la pyramide vue en plan et sa hauteur.
- g) Par contre, même si le principe est le même, la détermination de l'angle de corroyage nécessite un tracé supplémentaire : cette fois-ci, la génératrice du point de rabattement ne s'aligne plus avec l'angle de la pyramide pointant la projection en vraie grandeur de l'arêtier (C sur notre plan). On doit donc tracer une génératrice fuyante supplémentaire perpendiculaire à [BD] passant par C joignant la ligne de rabattement, pour définir le point situé sur l'arêtier en vraie grandeur, à rabattre puis projeter sur la vue en plan. De cette dernière projection sur [OB], on peut donc tracer l'angle de corroyage défini par deux lignes : une joignant C et l'autre le point d'intersection de la génératrice fuyante passant par C avec [AB].

Si la longueur d'arêtier développée pour déterminer l'angle de corroyage est la même que les côtés des deux développements en vraies grandeurs, c'est que la construction est juste.



# Explications théoriques du principe de l'art du trait

## o Développement de pyramidaux appliqués au travail du bois

Pour appliquer la technique de développement d'un solide pyramidal au travail du bois et en faire l'épure pratique, voyons le cas concret d'un objet inclus dans une pyramide entière régulière de base carrée, ou irrégulière de base rectangulaire. Reprenons l'idée, évoquée précédemment, d'une jardinière en arêtier.

Pyramide régulière sur plan carré :

Commençons par imaginer notre jardinière avec une base carrée. Voici la procédure de traçage du développement (schéma ci-dessous à gauche) :

a) Nous mettons en place les contours de la vue en plan et de l'élévation du projet, puis orthogonalement nous traçons ce qui est connu :

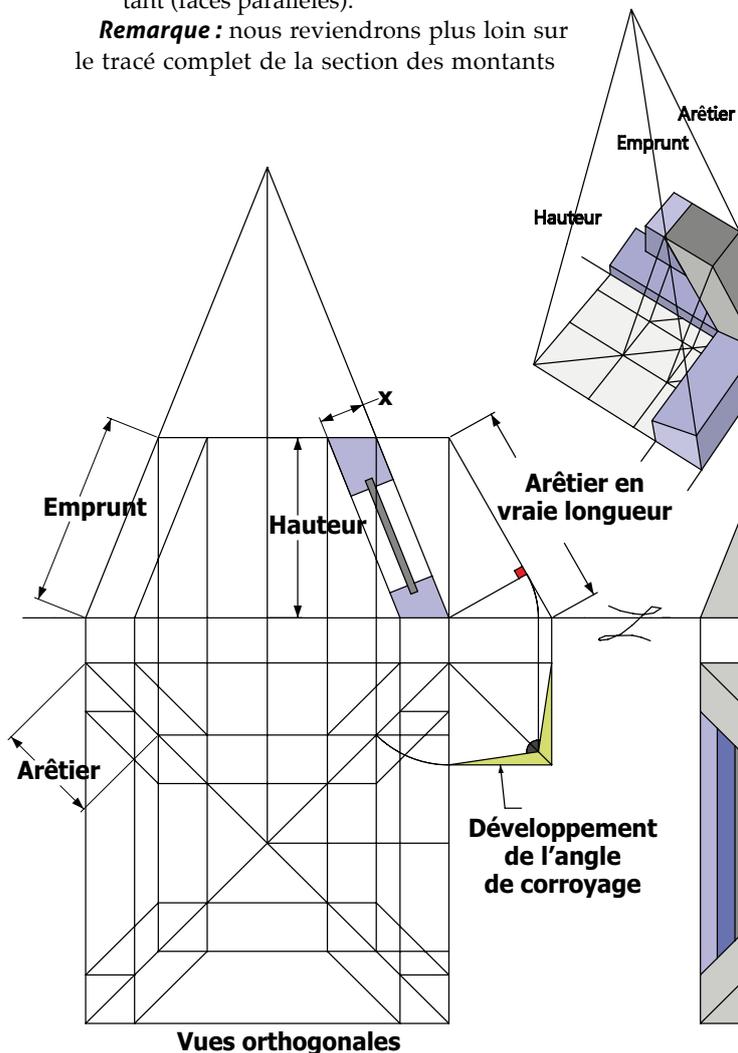
- la largeur des montants désirés sur l'élévation que nous rabattons sur la vue en plan ;
- les sections de bois des traverses et du panneau vus en coupe sur l'emprunt de l'élévation.

Que constatons-nous ? Que ce premier tracé ne nous permet pas d'avoir un plan de fabrication ! En effet, nous ne connaissons que les mesures de la base de la pyramide, de sa hauteur, de l'emprunt, des sections en coupes des traverses et du panneau. Il faut développer pour obtenir toutes les autres mesures utiles.

b) Nous développons d'abord la vraie longueur de l'arêtier.

c) Nous traçons l'angle de corroyage, puis la section du montant (faces parallèles).

**Remarque :** nous reviendrons plus loin sur le tracé complet de la section des montants



à corroyer aux cotes et angles, lorsque nous aborderons la stéréotomie des pièces de bois. Il existe en effet plusieurs cas (faces en aplomb, d'équerres ou encore chants parallèles). Pour l'heure, l'essentiel est de savoir tracer l'angle de corroyage et l'arêtier en vraie longueur (schéma ci-dessous à droite).

d) Sur l'élévation puis sur la vue en plan, nous projetons, depuis les sections vues en coupes, toutes les arêtes utiles des traverses et panneaux. En ajoutant des couleurs, nous devinons géométriquement notre projet. Mais nous n'avons encore aucune mesure ni angle pratique de construction !

e) Par rabattement depuis l'élévation, nous projetons tous les points de coordonnées utiles sur la ligne de sol.

f) Par des fuyantes depuis la vue en plan, nous projetons tous les points de coordonnées utiles en parallèles de la ligne de sol.

g) Nous projetons perpendiculairement par des génératrices tous les points de coordonnées depuis la ligne de sol sur les génératrices parallèles de la vue en plan

h) Aux intersections, nous traçons et matérialisons le développement en vraie grandeur de la face de notre projet en un plan de traçage pratique avec vraies mesures et angles d'usinage des pièces de la jardinière pyramidale.

i) par un rabattement au compas, nous inversons les points sur la ligne de sol, et avec le même principe que précédemment, nous développons la face extérieure de la jardinière pyramidale vue en vraie grandeur.

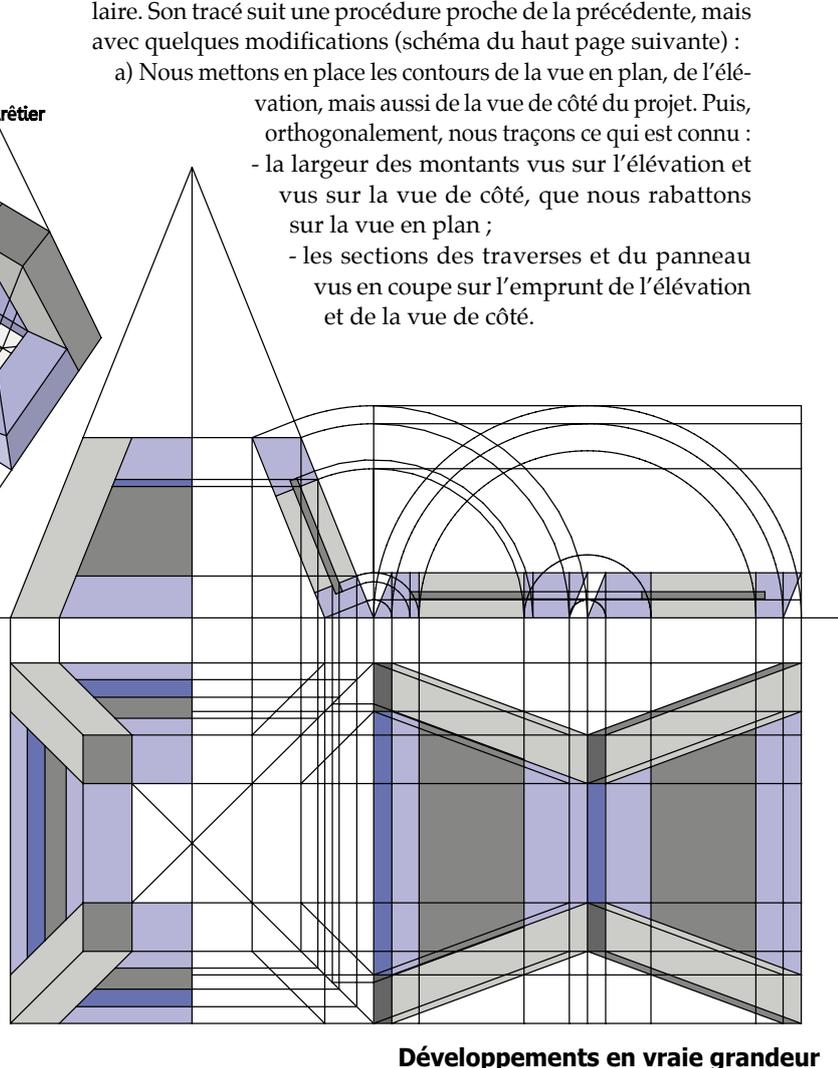
### Pyramide irrégulière sur plan rectangulaire :

Imaginons à présent notre jardinière avec une base rectangulaire. Son tracé suit une procédure proche de la précédente, mais avec quelques modifications (schéma du haut page suivante) :

a) Nous mettons en place les contours de la vue en plan, de l'élévation, mais aussi de la vue de côté du projet. Puis, orthogonalement, nous traçons ce qui est connu :

- la largeur des montants vus sur l'élévation et vus sur la vue de côté, que nous rabattons sur la vue en plan ;

- les sections des traverses et du panneau vus en coupe sur l'emprunt de l'élévation et de la vue de côté.



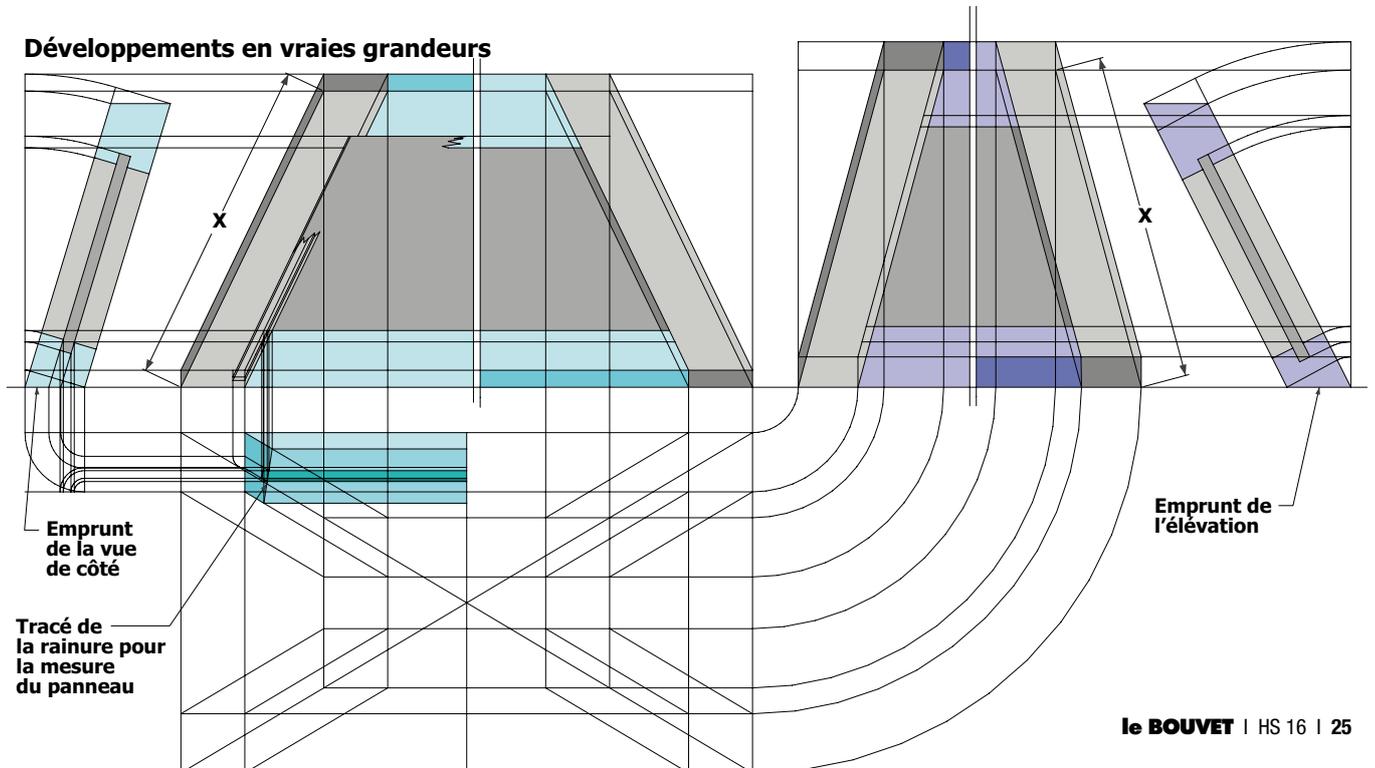
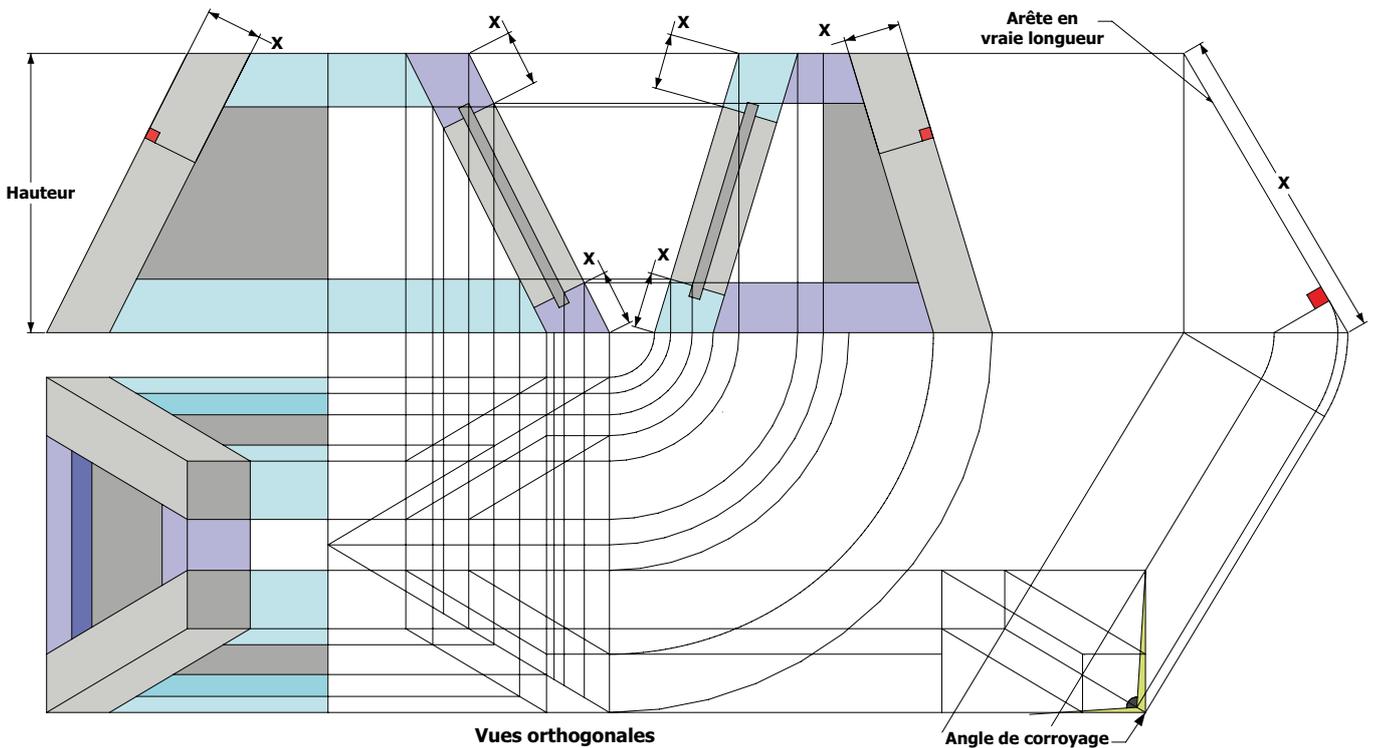
Là encore, ce premier tracé ne permet pas d'obtenir un plan de fabrication. Seul le développement va nous donner toutes les mesures utiles. Les étapes b à d sont les mêmes que précédemment :

- b) Nous développons la vraie longueur de l'arête.
- c) Nous traçons l'angle de corroyage, puis la section du montant (faces parallèles)..
- d) Sur l'élévation puis sur la vue en plan, nous projetons, depuis les sections vues en coupes, toutes les arêtes utiles des traverses et panneaux. Notre projet prend forme en ajoutant des couleurs à ces tracés. Mais il nous manque toujours des mesures et angles pratiques de construction.
- e) Nous projetons maintenant tous les points nécessaires depuis la vue en plan vers la ligne de sol (schéma ci-dessous en bas).
- f) Depuis l'emprunt redressé de l'élévation, nous projetons par des génératrices tous les points des sections vers le

développement en vraie grandeur de la vue de côté.

- g) Depuis l'emprunt redressé de la vue de côté, nous projetons par des génératrices tous les points des sections vers le développement en vraie grandeur de l'élévation.
- h) Aux intersections, nous traçons et matérialisons les deux développements en vraie grandeur des faces de notre projet, en deux plans de traçages pratiques avec vraies mesures et angles d'usinage des bois us.
- i) Si, par le même principe, nous traçons la rainure de traverse et de montant, nous parvenons à visualiser le panneau en vraie grandeur et ses angles.

**Remarque :** on joue sur le ton des couleurs pour représenter sur une même vue géométrale, par moitié, à la fois l'intérieur l'extérieur de la jardinière pyramidale.



## o Développement de pyramidaux en dômes

Il est temps maintenant d'étudier le principe de développement d'une arête courbe. Les arêtes courbes qui nous intéressent ici sont celles des pyramidaux en dômes. Ils ont comme particularité d'avoir leurs faces développables à plat puisqu'elles sont reliées par des arêtes. Le dôme dit « à l'impériale », si cher aux clochers de ma Franche-Comté, est un exemple concret de ce type de volume pyramidal. Il a la particularité de présenter un profil d'emprunt vu d'élévation en forme de doucine (cintre convexe depuis la base puis concave vers l'apex). Les quatre faces, cintrées, sont développables à plat. Imaginez par exemple qu'on veuille préparer une marqueterie à coller sur le profil cintré de chacune. Mais le but principal d'un développement d'une telle face et de pouvoir y tracer en place et en vraies mesures des montants, des traverses, des panneaux, des raccords, des pénétrations... qui sont au départ non connus en élévation. Puis, par génératrices ou reprise de mesures au compas, on va pouvoir exporter les points de tracés d'une vue géométrale, ou sur un tracé d'exécution de blocs de bois capables. L'arête est aussi à développer en vraie grandeur de courbe pour y tracer plus tard la vue géométrale 3D complète de la future pièce de bois d'arétier désirée.

**Pour tracer le développement d'une face (schémas ci-dessous) :**

- Nous divisons par cordes l'emprunt cintré vu en élévation.
- Nous prenons au compas la mesure d'une corde (X sur le plan) que nous reportons en autant de divisions sur une droite partant perpendiculairement à une face de la base vue en plan.
- Nous projetons les divisions depuis l'emprunt cintré sur les arêtes réciproques vues en plan.
- Nous projetons enfin ces points depuis l'arête vue en plan vers la construction du développement, sur les génératrices correspondant aux divisions.

- À l'aide d'une cerce ou d'un pistolet de dessin, en reliant tous les points des intersections, nous traçons les courbes du développement.

**Pour tracer l'arête courbe en vraie grandeur :**

- Nous divisons l'emprunt cintré vu en élévation.
- Nous projetons des génératrices horizontales depuis chaque point de l'emprunt cintré en autant de divisions parallèlement à la ligne de sol.
- Nous projetons ensuite les divisions depuis l'emprunt de l'élévation vers l'arête réciproque vue en plan.
- Nous projetons enfin par rabattement ces points vus en plan vers la ligne de sol, que nous élevons ensuite sur les génératrices horizontales correspondant aux divisions.
- À l'aide d'une cerce ou d'un pistolet de dessin, en reliant tous les points, nous traçons la courbe en vraie grandeur et vrai profil.

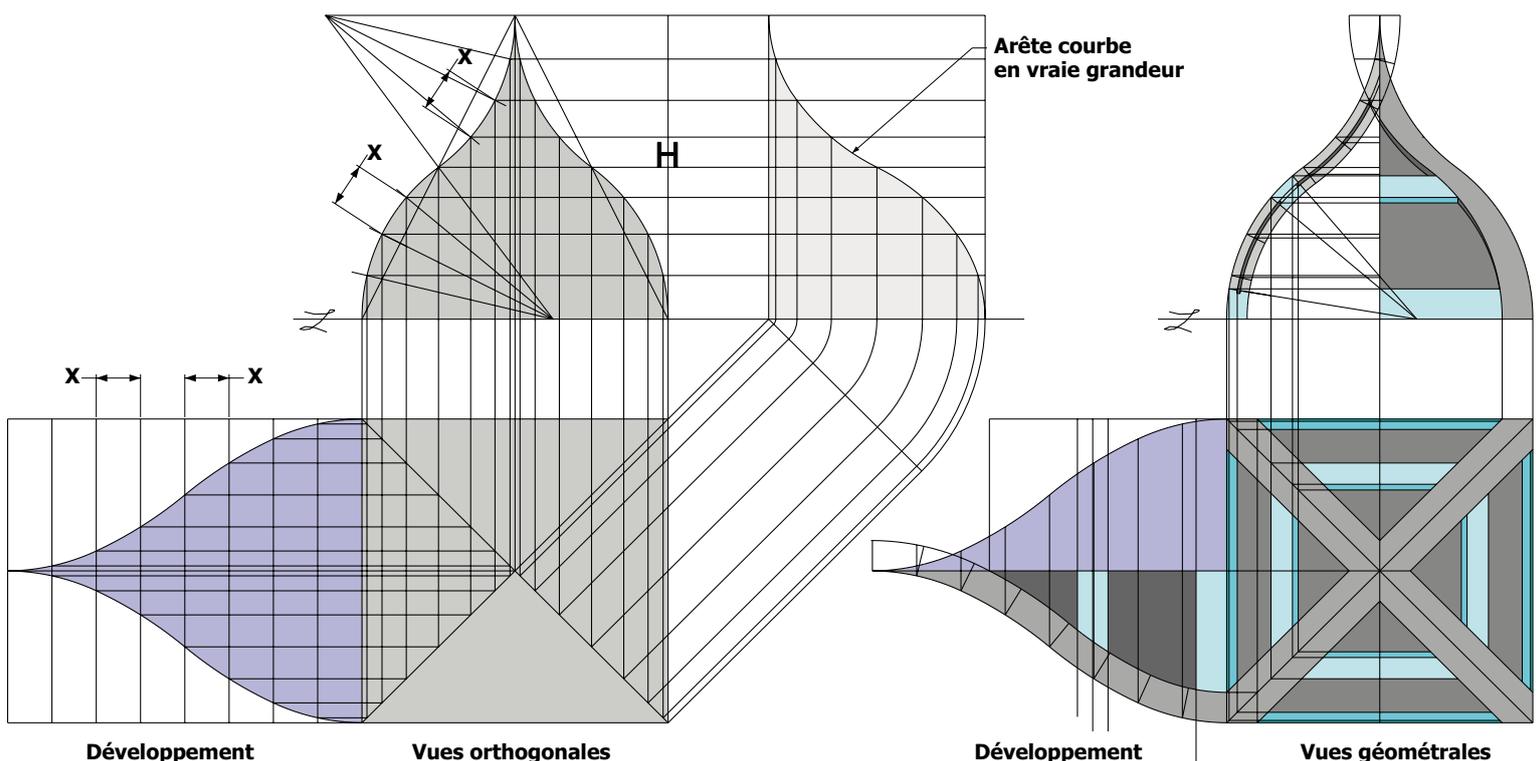
Notez que, sur un dôme classique en plein cintre, le principe est strictement identique ! (schéma page suivante en haut).

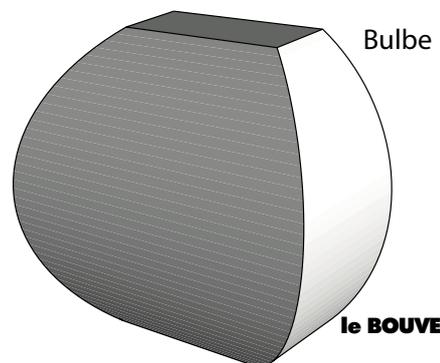
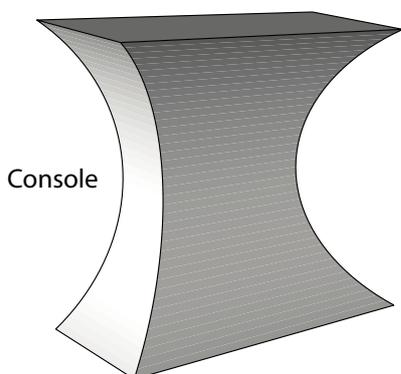
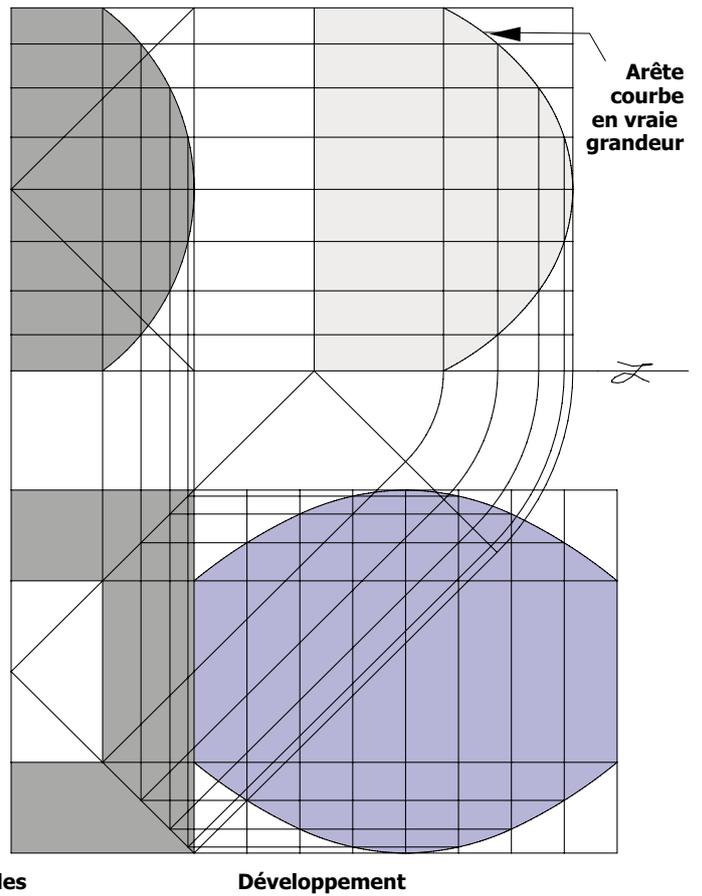
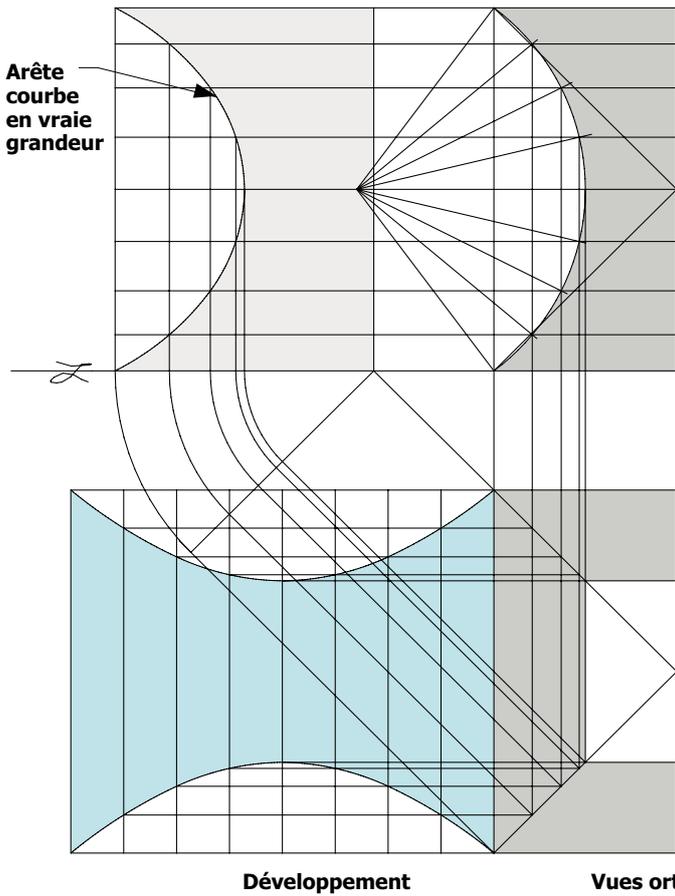
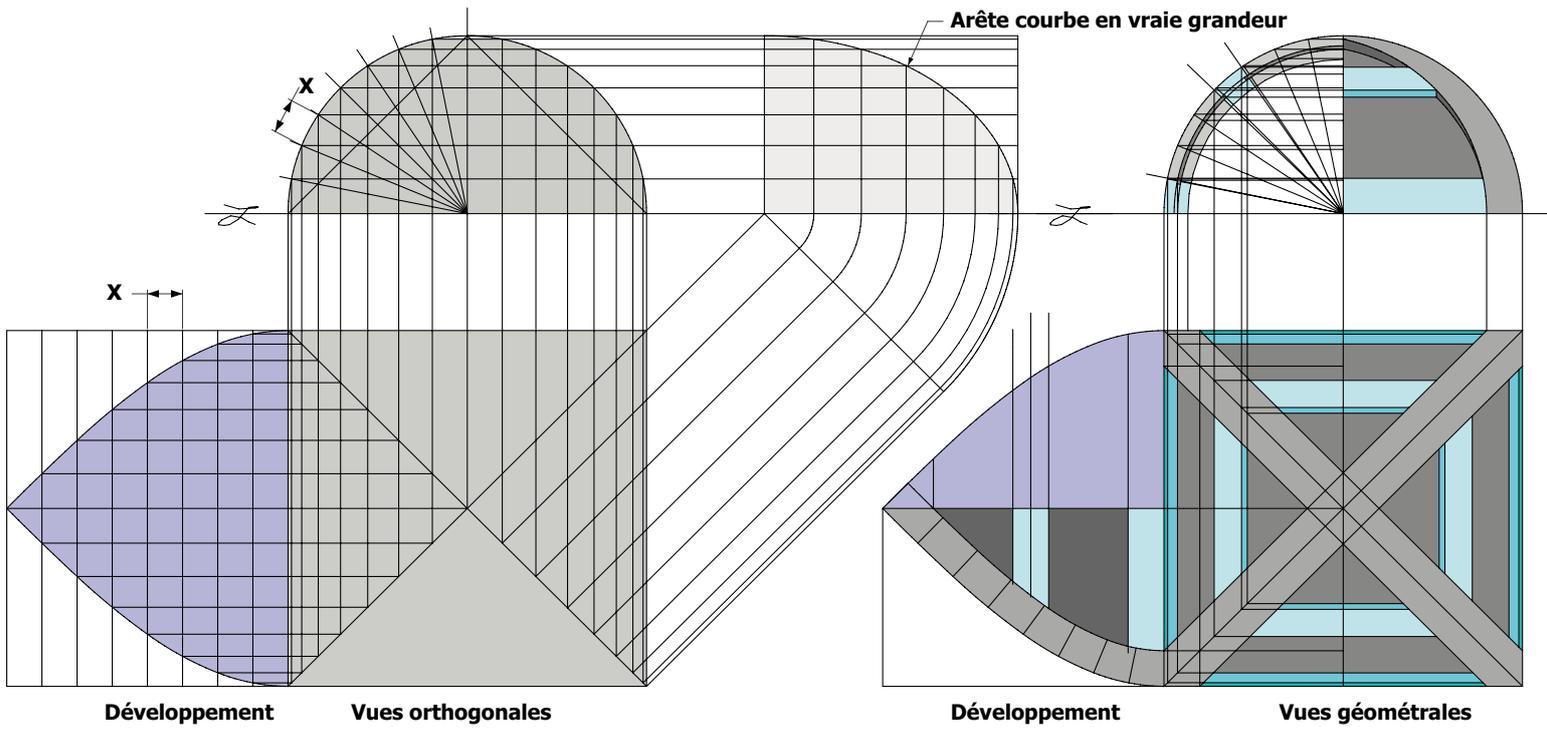
## o L'arétier : mille possibilités !

Les développements décrits ci-dessus permettent au final de concevoir un ouvrage constitué de montants, de traverses et de panneaux par exemple, pour ensuite les tracer et les débiter. Ils peuvent aussi permettre de débiter des feuillettes de lamellé-collé au bon format en vue de leur collage sur un moule... il n'y a pas de limites à la création !

Avec tous les nouveaux points obtenus par développement, et en utilisant des couleurs ou des ombres, il est possible de tracer des dessins géométraux pour visualiser un ouvrage complet en plan et en élévation.

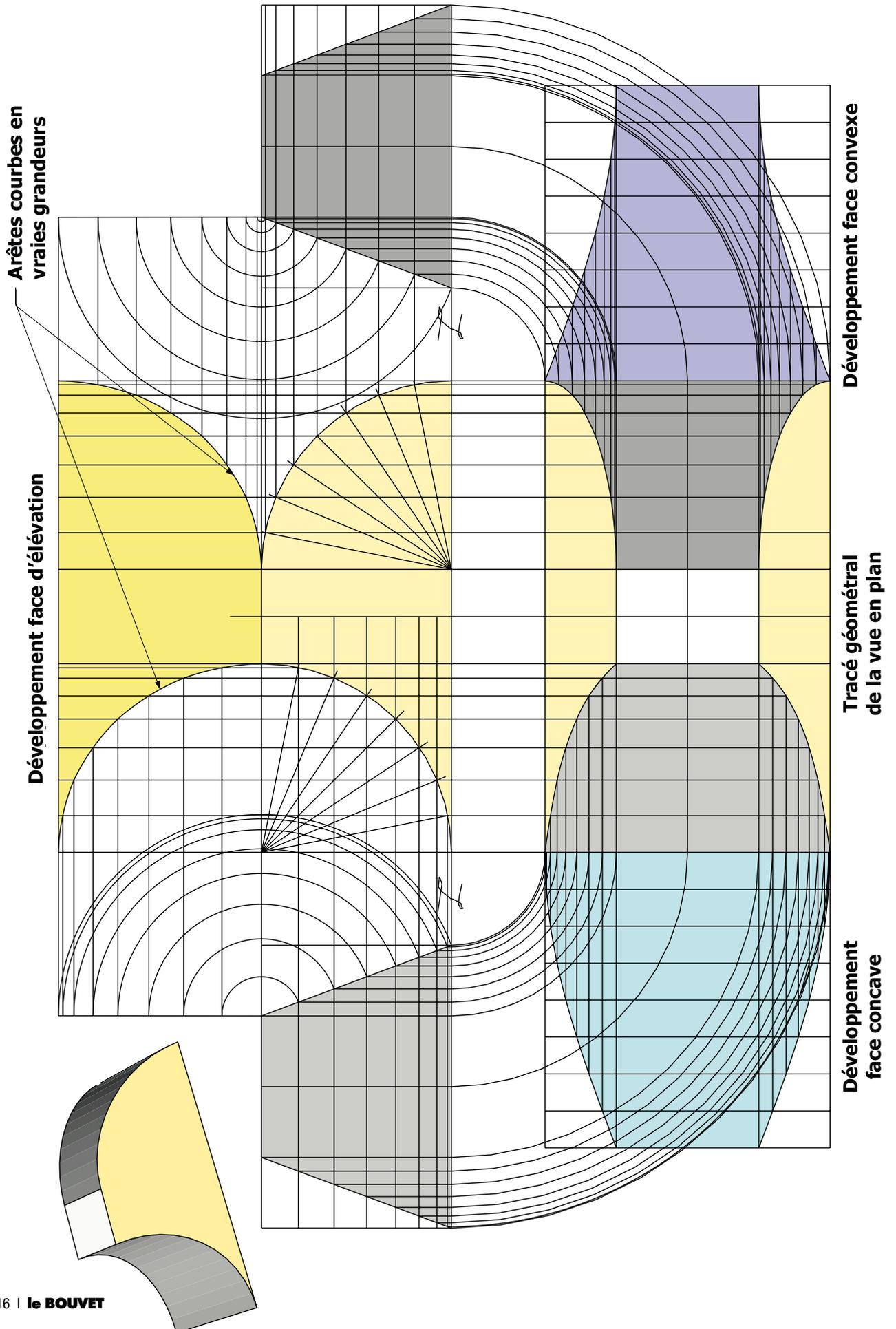
Dans le domaine de l'arétier, tout est possible : les formes régulières, ou irrégulières, en consoles, en bulbes, à faces différentes, sur plans axés ou désaxés, polygonaux... Le principe de base des tracés d'arétiers s'applique toujours mais, selon le cas, il demande plus de générateurs, compliquant ainsi les dessins (schémas en bas de la page suivante et page 28).





# Explications théoriques du principe de l'art du trait

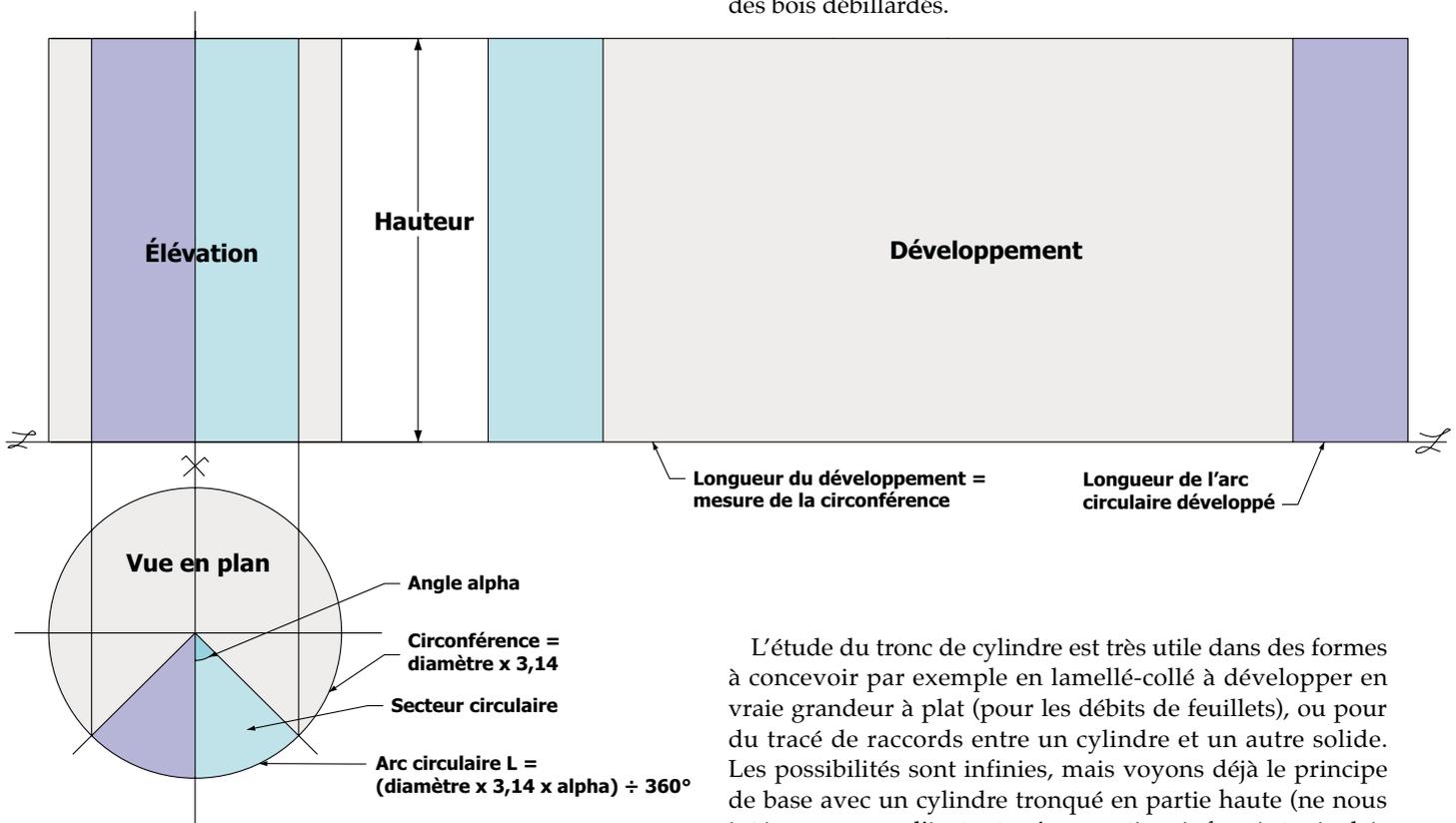
Pour nous faire comprendre et vulgariser le principe de tracés issus de la sphère (volume non développable), un de mes maîtres nous disait : « C'en fait, c'est un bulbe plein cintre en arêtier avec une base polygonale vue en plan qui a 360 côtés ». Tout s'éclaire !



## Le développement de cylindres

Savoir développer des volumes cylindriques est essentiel aux travaux en bois dit « débillardés » (littéralement : sortis de la bille de bois). En effet, sans connaître l'art du trait, il serait tout bonnement impossible de construire un ouvrage constitué de droite et/ou de courbes rampantes se situant sur la face ou incluse dans le volume d'un cylindre.

Un volume cylindrique est constitué d'une base circulaire ou polygonale plane (c'est-à-dire de niveau), qui sera étirée par rapport à un axe vertical d'aplomb (hauteur). Le développement de sa face se réalise par déroulement (à l'image d'un rouleau de papier), sur une ligne de sol de mesure équivalente au périmètre ou à la circonférence de la base vue en plan. Il forme alors un carré ou un rectangle de hauteur égale à la hauteur du volume. Par portions circulaires appelées « arcs de secteurs », tout ce qui est situé orthogonalement sur la vue en plan et en élévation sera développé singulièrement sur le développement principal (schéma ci-dessous).



### o Sinusoïde, ruban, hélice...

(se reporter aux schémas de la page suivante)

Une simple ligne rampante, à dessiner enroulée sur la face d'un cylindre en élévation, se trace tout d'abord sous la forme d'une droite en diagonale sur le développement. Pour la tracer géométriquement sur l'élévation, où elle devient une « sinusoïde », nous devons créer autant de divisions de la hauteur qu'il y en a réciproquement sur la vue en plan puis les projeter vers l'élévation sur les génératrices réciproques projetées de la vue en plan : aux intersections se trouvent les points à relier.

En ajoutant une seconde droite parallèle à la diagonale tracée sur le développement, et en projetant ces nouvelles hauteurs sur l'élévation, nous créons un « ruban hélicoïdal » (exemple : la face d'un limon d'escalier circulaire en plan).

En ajoutant un arc de cercle concentrique à la circonférence de la vue en plan, et en projetant ces nouveaux points sur la hauteur divisée de l'élévation, on crée une « hélice » ou « vis hélicoïdale » (exemple : un plafond rampant courbe).

Si nous combinons les trois principes ci-dessus, et en matérialisant par coloration ou ombres, alors apparaît l'élévation en perspective géométrale d'un limon d'escalier courbe complet. Généralement, c'est à cette étape, spectaculaire, que les novices découvrent véritablement l'intérêt de l'art du trait !

### o Tronc de cylindre et cintré en plan et en élévation

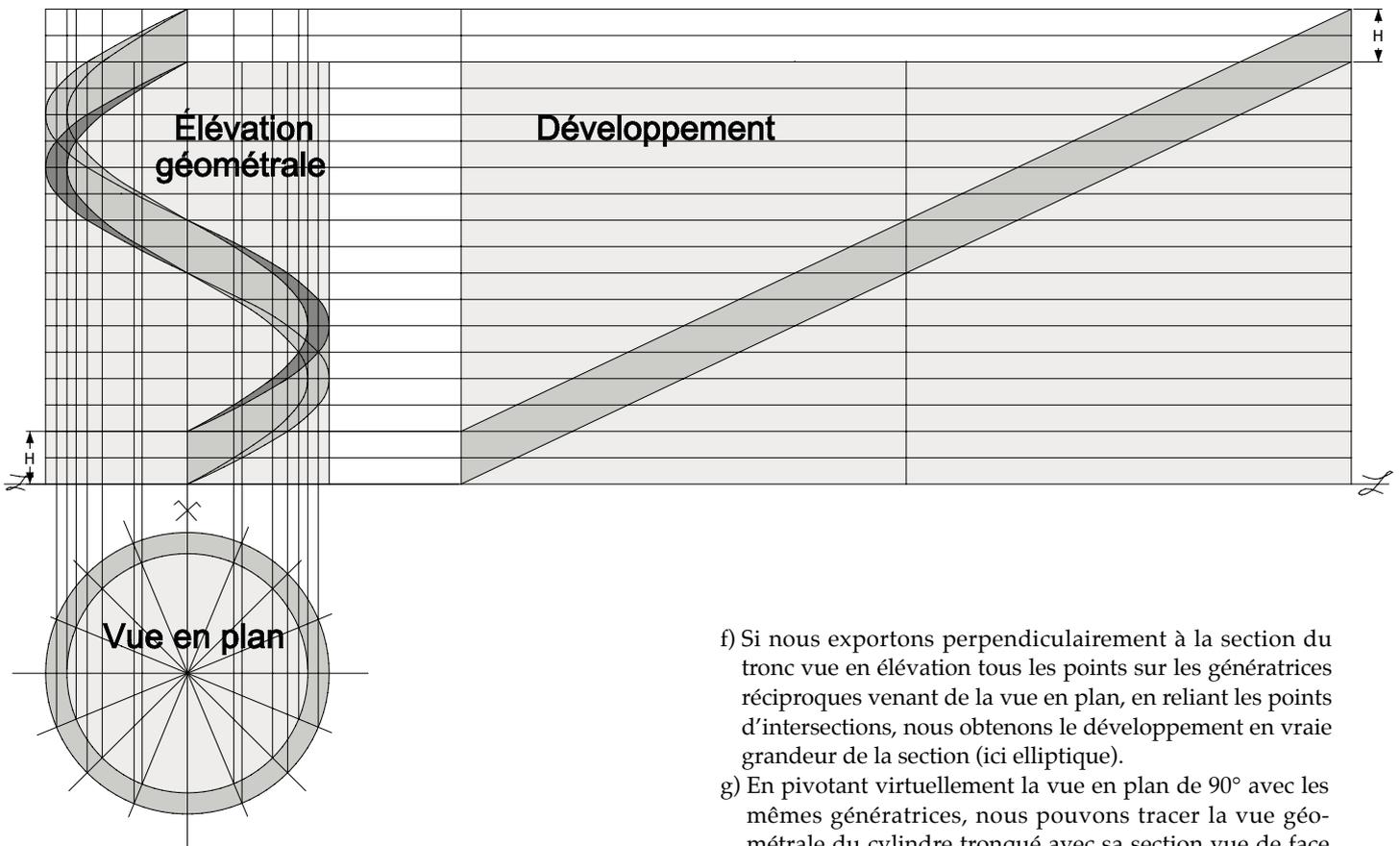
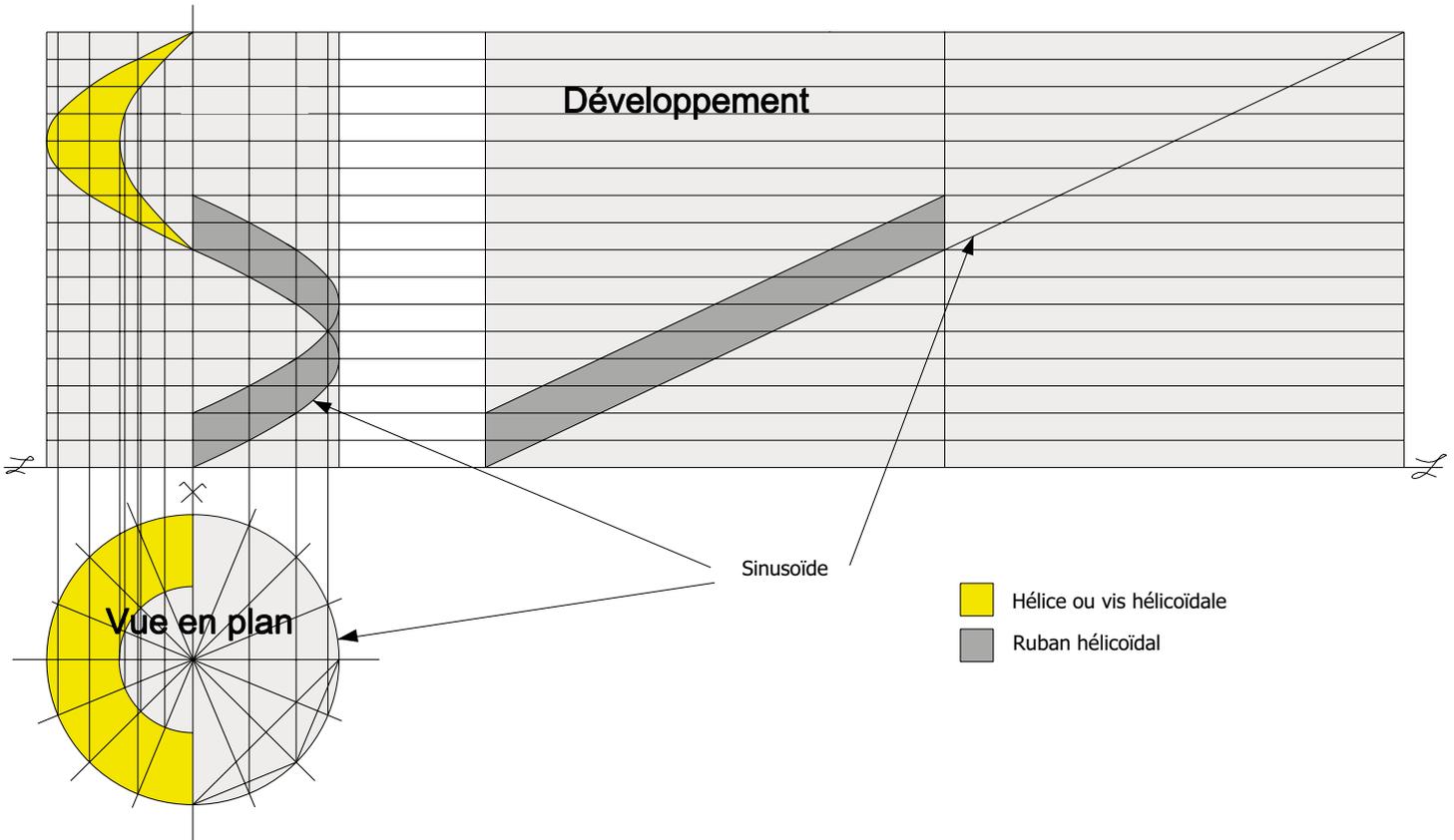
(se reporter aux schémas en haut de la p. 31)

D'autres développements autour du cylindre sont essentiels. Ce sont le « tronc de cylindre », et le « cintré en plan et en élévation », qui vont tous les deux nous donner à travailler des bois débillardés.

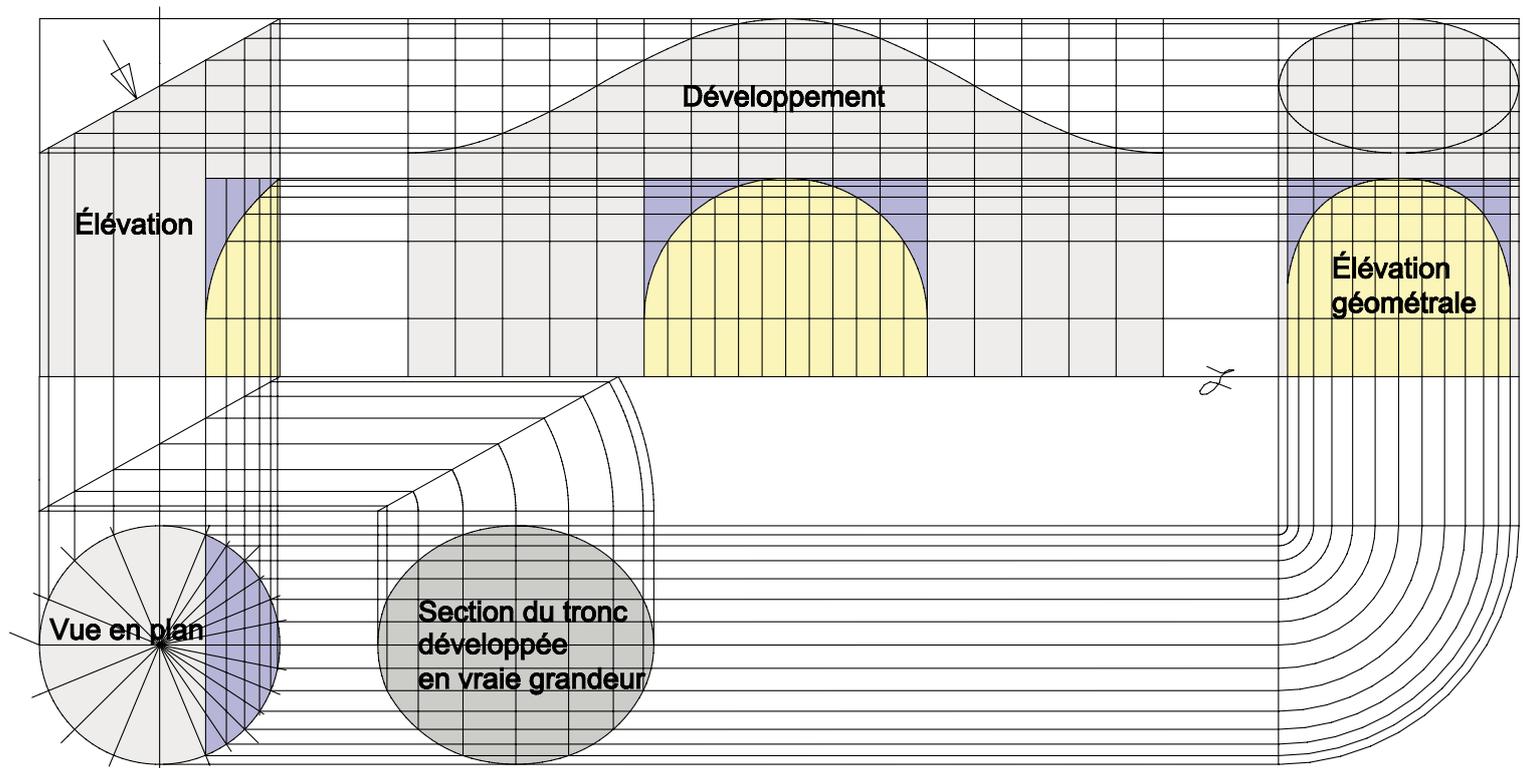
L'étude du tronc de cylindre est très utile dans des formes à concevoir par exemple en lamellé-collé à développer en vraie grandeur à plat (pour les débits de feuillettes), ou pour du tracé de raccords entre un cylindre et un autre solide. Les possibilités sont infinies, mais voyons déjà le principe de base avec un cylindre tronqué en partie haute (ne nous intéressons pour l'instant qu'aux parties gris foncé et gris clair du schéma p. 31) :

- Nous traçons orthogonalement les contours de la vue en plan, de l'élévation tronquée désirée et du développement.
- Nous divisons la circonférence de la vue en plan par cordes en parties égales, et réciproquement la ligne de sol sur le développement.
- Nous projetons toutes les génératrices d'aplombs depuis la vue en plan vers la section de l'élévation.
- Par rabattement, nous projetons toutes les génératrices depuis les intersections ainsi trouvées vers le développement.
- Sur le développement, à l'aide d'une cerce ou d'un pistolet de dessin, nous traçons aux points d'intersections la courbe développée de la section du tronc.

# Explications théoriques du principe de l'art du trait



- f) Si nous exportons perpendiculairement à la section du tronc vue en élévation tous les points sur les génératrices réciproques venant de la vue en plan, en reliant les points d'intersections, nous obtenons le développement en vraie grandeur de la section (ici elliptique).
- g) En pivotant virtuellement la vue en plan de  $90^\circ$  avec les mêmes génératrices, nous pouvons tracer la vue géométrale du cylindre tronqué avec sa section vue de face (à droite sur le schéma suivante).



Intéressons-nous à présent au principe du « **cintré en plan et en élévation** ». Il est visible sur le même schéma de développement du cylindre tronqué, mais en jaune et bleu. Imaginons une menuiserie en plein cintre sur une paroi circulaire : il faut que sa construction soit cintrée en plan pour épouser la forme cylindrique de son support, mais il faut en même temps considérer qu'elle est en plein cintre en élévation. On ne peut pas la tracer arbitrairement sur l'élévation : elle serait déformée, et impossible à façonner ! Nous devons donc passer par le développement :

- Nous traçons orthogonalement les contours de la vue en plan et de l'élévation (en bleu sur l'illustration).
- Sur le développement, aux mesures de l'arc calculé par le secteur circulaire et de la hauteur de l'ouvrage, nous traçons la menuiserie avec précision.
- Nous divisons l'arc de cercle de la menuiserie vue en plan par cordes en parties égales, et réciproquement le développement depuis la ligne de sol.
- Nous projetons toutes les génératrices de niveaux depuis les points de divisions sur l'arc plein cintre du développement vers l'élévation.
- Nous projetons depuis la vue en plan toutes les génératrices réciproques vers l'élévation.
- Sur l'élévation, à l'aide d'une cerce ou d'un pistolet de dessin, nous traçons la courbe de la menuiserie aux points d'intersections.
- Si nous exportons tous les points en changeant le plan de projection, nous obtenons la menuiserie en vue géométrale de face (à droite sur l'illustration).

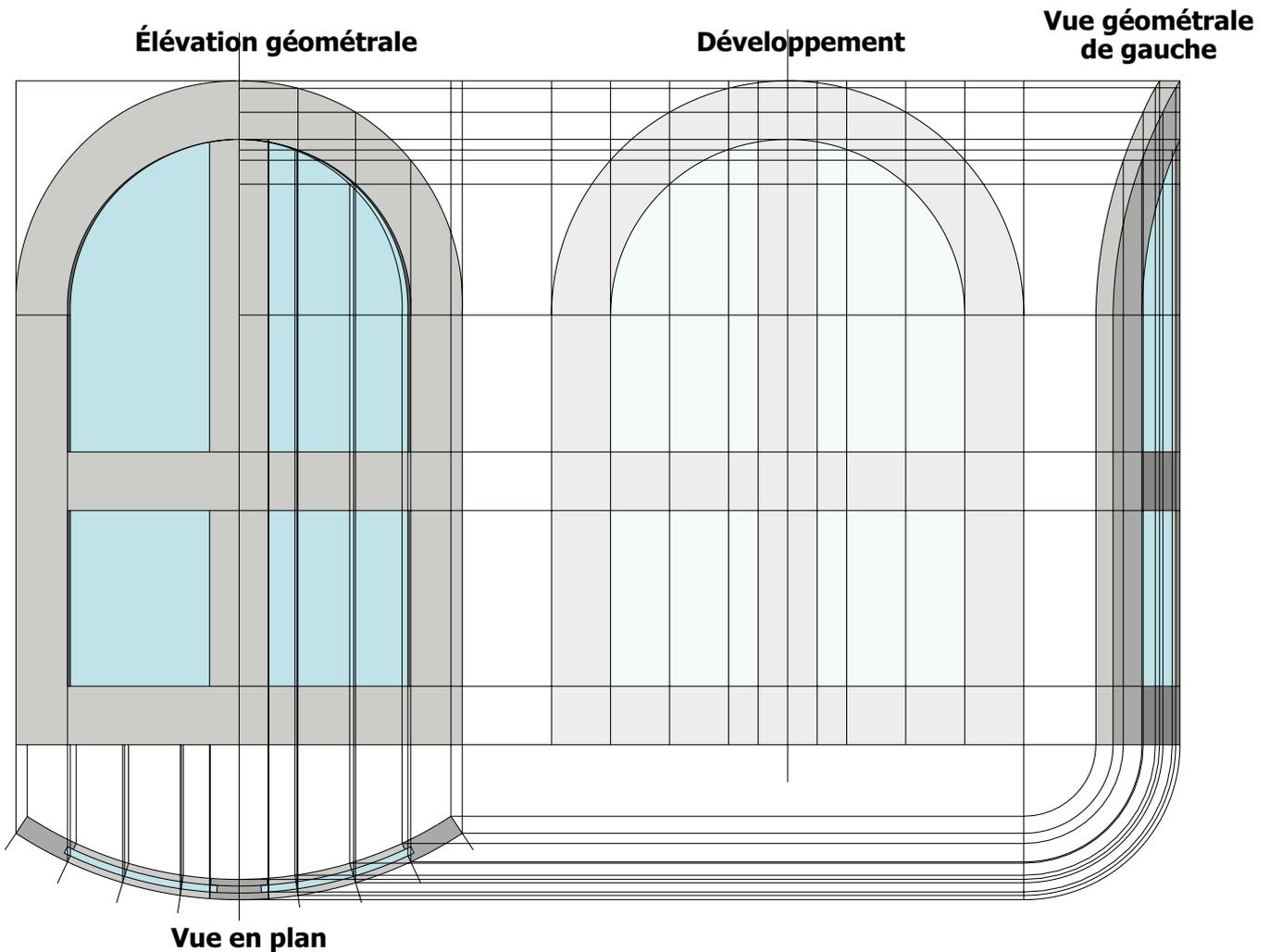
**Exemple concret : une porte cintrée en plan et en élévation** (se reporter au schéma, en haut de la page suivante) :

Pour appliquer le principe du cintré en plan et en élévation développé au travail du bois, imaginons un objet inclus dans un secteur circulaire de cylindre de révolution pour en faire l'épure pratique. Prenons l'exemple d'une petite porte en plein cintre à placer sur un mur circulaire :

- Nous traçons orthogonalement les contours d'épaisseur de la porte vue en plan et en élévation, la ligne de sol et la hauteur, puis nous traçons les contours du développement.
- Nous divisons l'arc de cercle de la menuiserie vue en plan par cordes en parties égales, et réciproquement le développement depuis la ligne de sol.
- Sur le développement aux mesures de l'arc calculé par le secteur circulaire et de la hauteur de l'ouvrage, nous traçons avec précision la menuiserie, les montants, traverses cintrées et meneaux.

**Remarque :** pour simplifier cette première approche, j'ai volontairement fait coïncider la largeur des bois avec les divisions ( $1/8^{\circ}$  de la largeur totale de la porte étant la mesure parfaite pour des montants).

- Nous projetons toutes les génératrices de niveaux depuis les points de divisions sur l'arc plein cintre du développement vers l'élévation.
- Nous projetons depuis la vue en plan toutes les génératrices réciproques vers l'élévation.
- Sur l'élévation, à l'aide d'une cerce ou d'un pistolet de dessin, nous traçons les courbes de la menuiserie aux points d'intersections. Puis, par coloration ou ombres, nous obtenons l'élévation géométrale de la porte finie.



g) Si nous exportons tous les points en changeant le plan de projection depuis la vue en plan vers les lignes de niveaux du développement, nous obtenons la menuiserie en vue de gauche (à droite sur le schéma ci-dessus).

## Le développement de coniques et sphériques

Dans le chapitre précédent, nous avons parlé de bois en arêtiers et de bois débillardés cylindriques : ces derniers sont tous tracés dans une logique d'aplomb parallèle par rapport à l'axe de la vue en plan. Ici, avec les coniques et sphériques, nous allons aborder les bois dit « croches », c'est-à-dire eux aussi débillardés, mais en plus sans logique d'aplombs réguliers et avec des faces de bois biaises et/ou creuses ou bombées !

### o Développement du cône

L'étude du cône peut constituer un traité complet d'une centaine de pages. Il n'est pas aisé de le présenter rapidement. Mais en commençant par les représentations de bases pour produire des tracés d'exercice progressifs, vous allez voir qu'on parvient à progresser vite et à comprendre ce que cela peut nous apporter dans des créations en bois !

Le développement d'un cône de révolution axé est assez simple à effectuer. Regardez les éléments en vert sur le schéma en haut de la page suivante. Il suffit de tracer un arc de cercle de rayon égal à l'emprunt, redressé puis projeté depuis l'éléva-

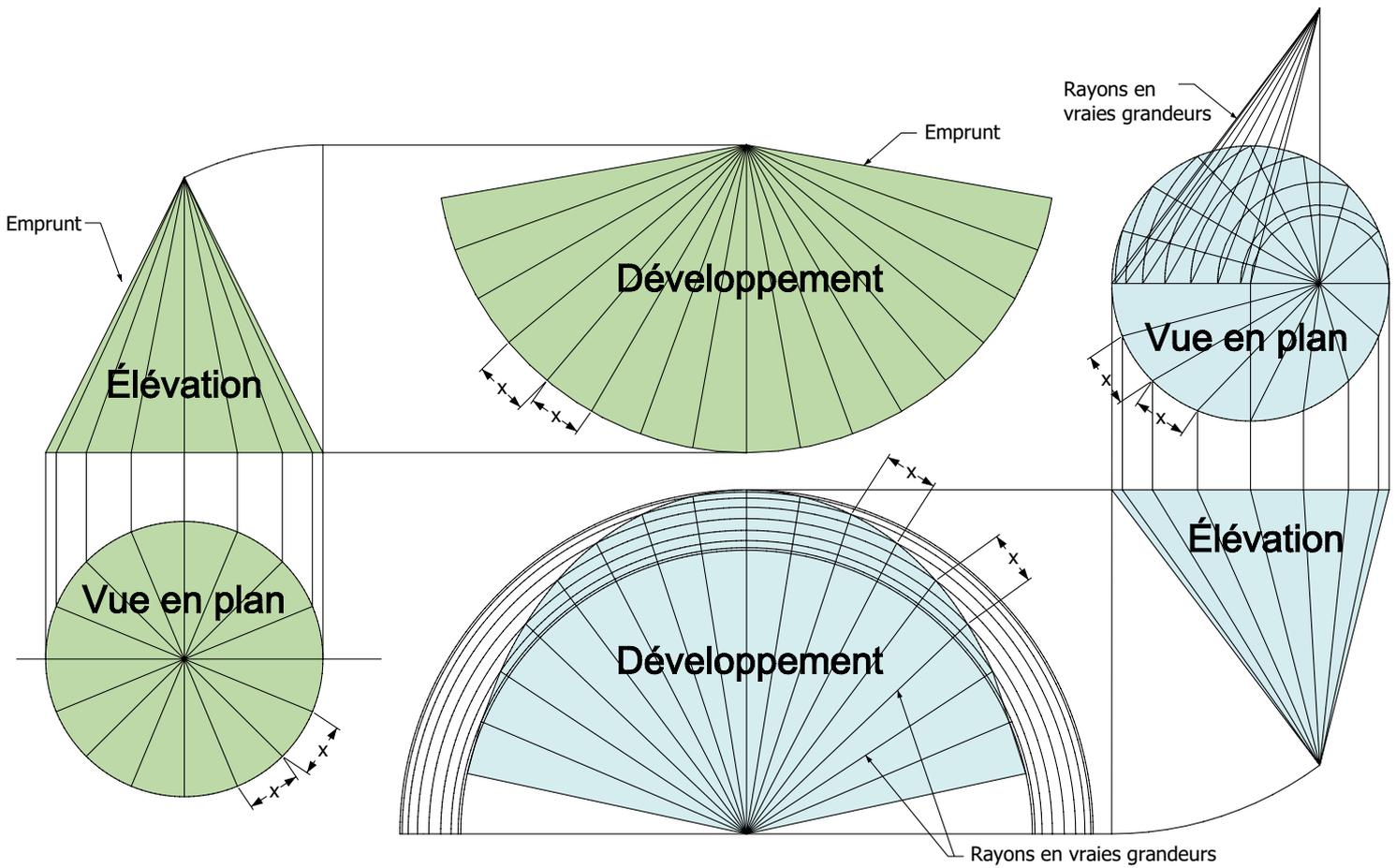
tion orthogonale. Sur cet arc de cercle, au compas, nous reportons les cordes des divisions de rayons vus en plan.

**Remarque :** pour tracer un bois sur le développement avant de le projeter vers l'élévation ou/et la vue en plan, la précision par les cordes est suffisante. Par contre, pour du lamellé-collé par exemple, il faut calculer précisément la longueur de l'arc de cercle sur un secteur pour reporter les divisions sur l'arc du développement. En effet, entre le tracé par cordes et par calcul, il y a une différence non négligeable, qui peut se compter en centimètres sur de grandes épures (voir schéma page suivante, en haut).

Pour le développement d'un cône désaxé (éléments en bleu sur le schéma), il faut tracer une série d'arcs de cercles concentriques de rayons différents, correspondants aux vraies longueurs des arêtes représentées sur la vue en plan.

Enfin, avec un compas, en commençant par l'emprunt axé, nous traçons les cordes de divisions de la circonférence en plan, d'un arc de cercle à l'autre du développement. Puis, avec une cerce ou un pistolet de dessin, nous relient les points ainsi trouvés pour obtenir la courbe déformée du développement. Un bon exercice consiste à découper au ciseau cette construction faite sur feuille de papier, et à la replier pour voir le bien-fondé des tracés.

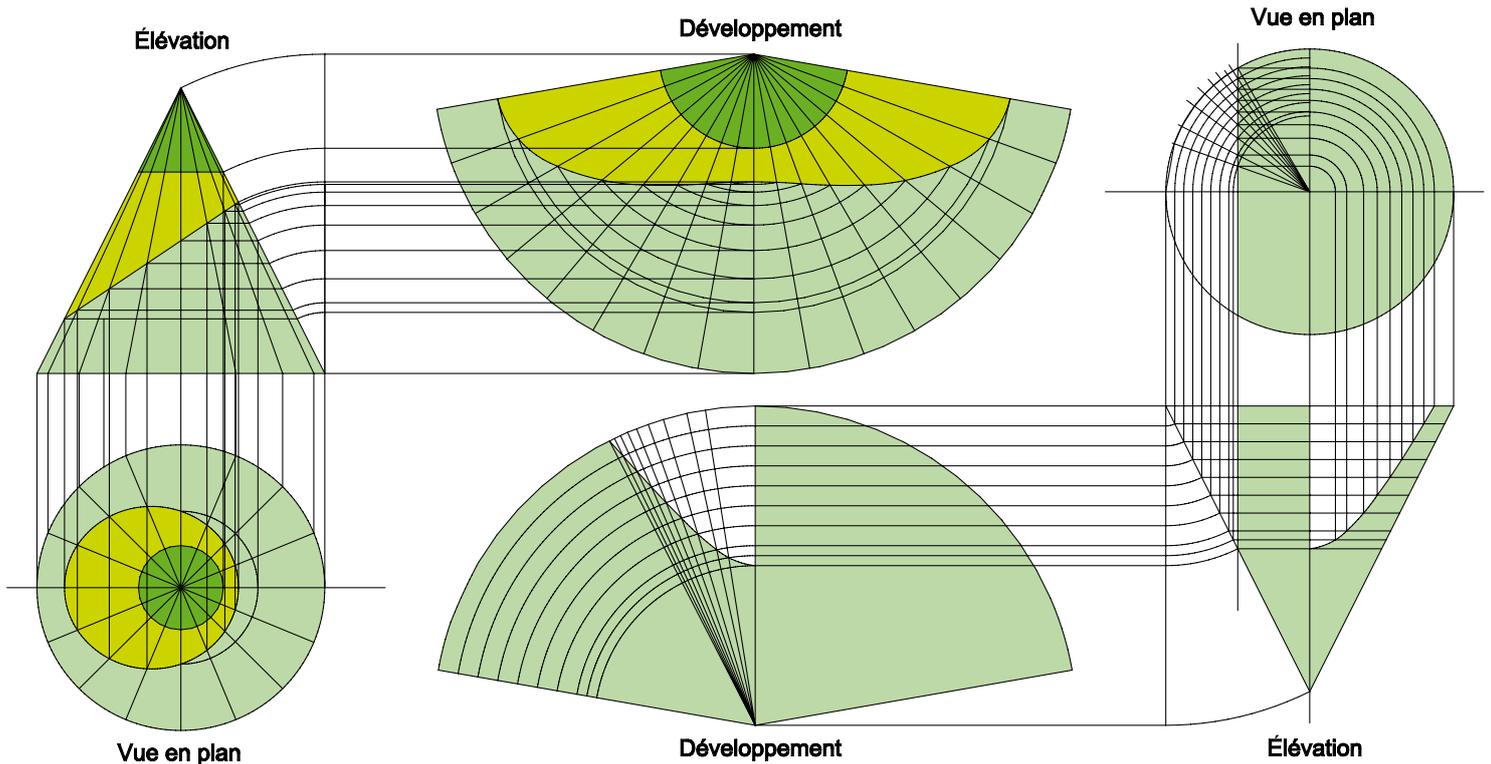
**Remarque :** plutôt que de se perdre dans les calculs pour déterminer les longueurs d'arcs, il vaut mieux diviser la circonférence vue en plan en un nombre assez importants de rayons pour que la différence de mesure d'une corde et de son arc ne soit pas trop grande.



## Troncs de cône

Imaginons maintenant qu'on veuille tracer l'épure de feuillet de pièces lamellées-collées « design » s'inscrivant dans un tronc de cône. Impossible sans passer par le développement. Le schéma suivant montre comment l'opérer, pour un tronc de cône en section droite (vert foncé) et biale (vert très clair). Les génératrices sont issues des rayons en plan, projetés sur les traits de sections vus en élévation orthogonale, donnant ainsi des lignes de niveaux projetées après rabattement d'aplomb vers l'emprunt axé du développement. Sur le développement

sont ensuite tracées au compas les lignes de niveaux développées, puis aux intersections avec les rayons développés, nous relierons à la cerce ou pistolet de traçage la courbe développée de la section biale, ou au compas la section droite. Enfin en projetant les génératrices depuis les points de niveaux de la section biale vus en élévation vers les rayons de la vue en plan, aux intersections, à la cerce ou au pistolet de dessin, nous traçons la section biale vue en plan (elliptique). La section droite est, elle, simplement tracée au compas sur la vue en plan et le développement.



# Explications théoriques du principe de l'art du trait

En partie inférieure droite du schéma précédant, le développement a pour principe d'étudier une section hyperbolique (section d'aplomb), pour découvrir la technique de base en dessin d'un raccord tracé sur la surface du cône. Ici, il faut tracer des lignes de niveaux divisées sur l'élévation de l'élément de section complet, puis projeter ces points de divisions depuis l'emprunt d'élévation vers l'emprunt vu en plan. Au compas, sur la vue en plan, depuis le centre, nous traçons les niveaux vus en plan. Depuis le centre, nous traçons des rayons aux intersections entre les lignes de niveaux et la ligne de section hyperbolique. Enfin nous prenons au compas toutes les cordes différentes de ces rayons vus en plan que nous reportons sur l'arc de circonférence du développement. Aux intersections des rayons et des lignes de niveaux développées, à la cerce ou au pistolet de dessin, nous traçons le contour de la section hyperbolique développée.

Nous pouvons aussi tracer la section hyperbolique géométriquement sur l'élévation, en partant des lignes de niveaux données par l'intersection des rayons sur la section vue en plan, rabattus sur les lignes de niveaux divisées en élévation.

**Remarque :** quand il s'agit d'un élément en vraie grandeur tracé au préalable sur le développement à projeter en raccord sur la surface du cône vu en élévation et/ou en plan géométriquement, nous agissons de la même manière (divisions, rayons,...), mais en partant évidemment depuis le développement.

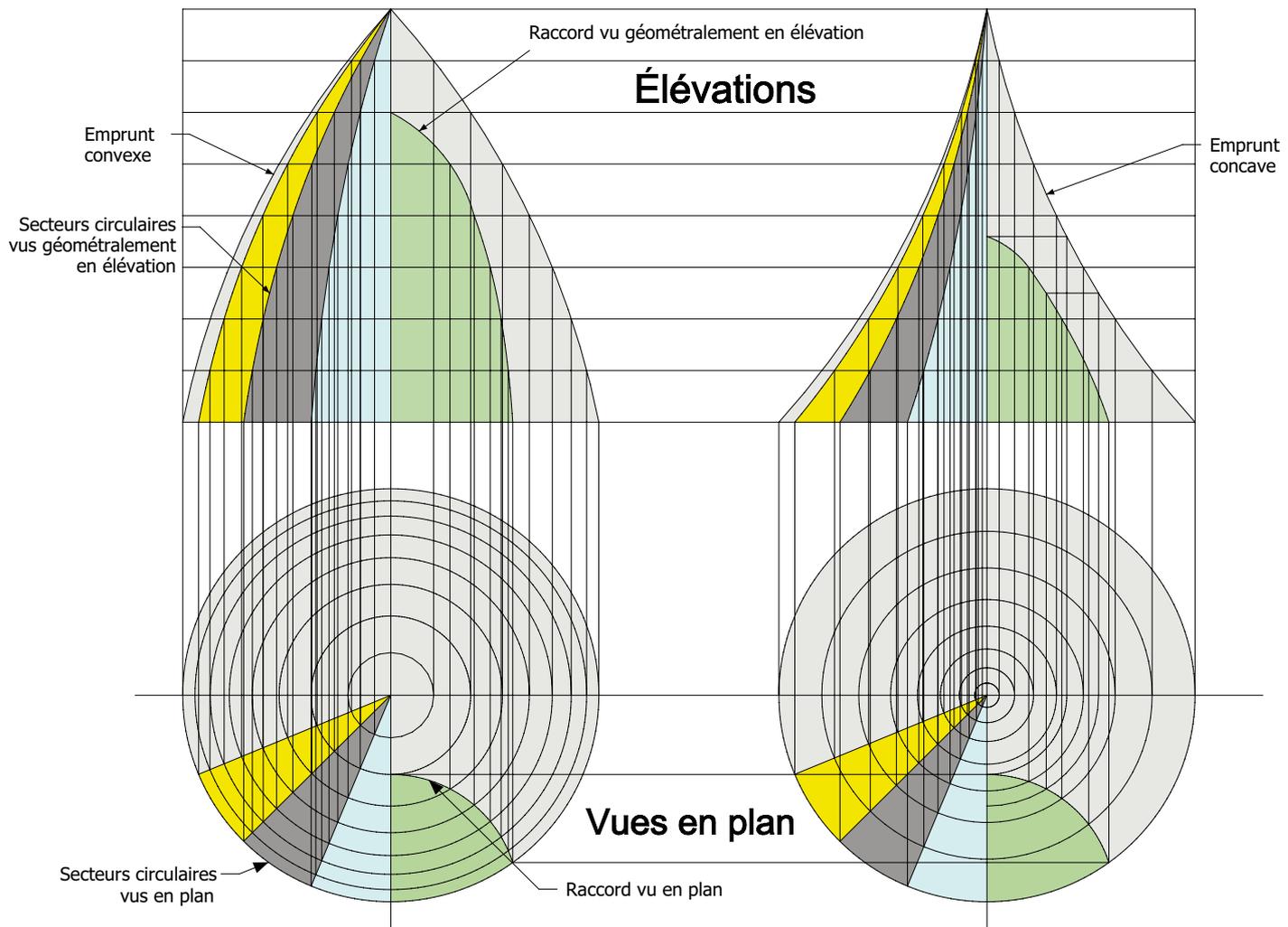
## Les coniques cintrés en élévation et les sphériques

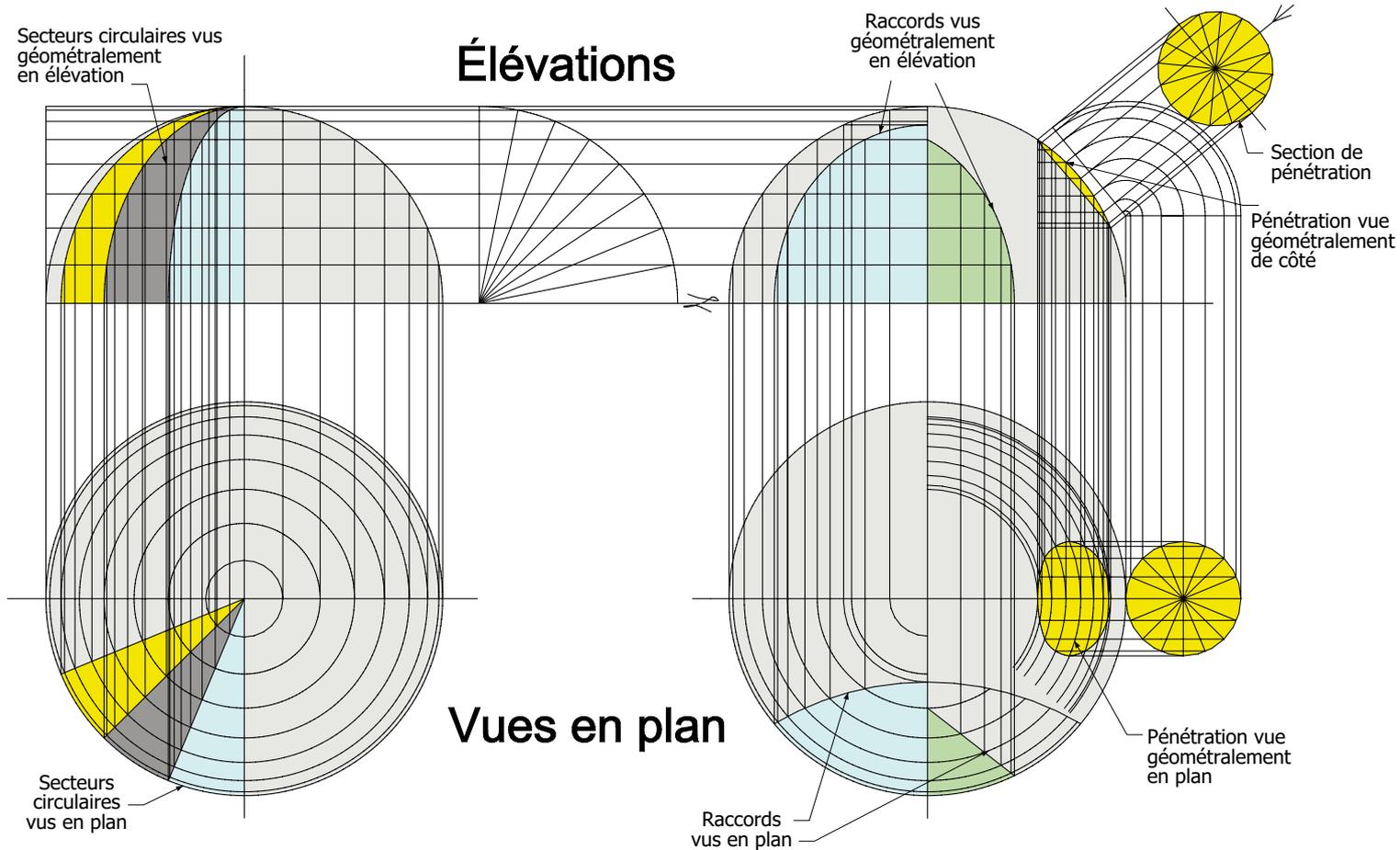
Comme je l'ai déjà dit au début de cette publication, les coniques de révolution cintrés à l'emprunt d'élévation et les sphériques ne se développent pas ! En effet, cela crée des « déchirures », intraquable en dessin technique. La démarche à suivre, directement issue de la taille de pierre, se trouve dans des portions arbitrairement tracées vue en plan ou en collisions et pénétrations de solides vus en élévation.

Dans le « croche », les principes de tracés sont communs depuis le cône de révolution jusqu'à la demi-sphère (qui n'est jamais qu'un cône de révolution ayant un emprunt plein cintre).

Sur le schéma ci-dessous, nous avons un cône de révolution à surface convexe et un cône à surface concave, comportant la même vue en plan avec éléments, la même hauteur divisée, mais aux profils d'emprunts différents ! Nous observons que les lignes de niveaux tracées en plan sont différentes sur les vues car générées par les courbes d'emprunts différents en élévations. Par conséquent, les tracés géométraux projetés sur ces élévations sont différents malgré des hauteurs et plans communs ! (schéma ci-dessous).

Le schéma qui suit laisse deviner une demi-sphère, dont les principes des tracés vus ci-dessus en cônes s'appliquent similairement ! Sur la figure de droite, j'ai ajouté le tracé d'une pénétration, dont le principe de tracé serait commun aussi (schéma page suivante).

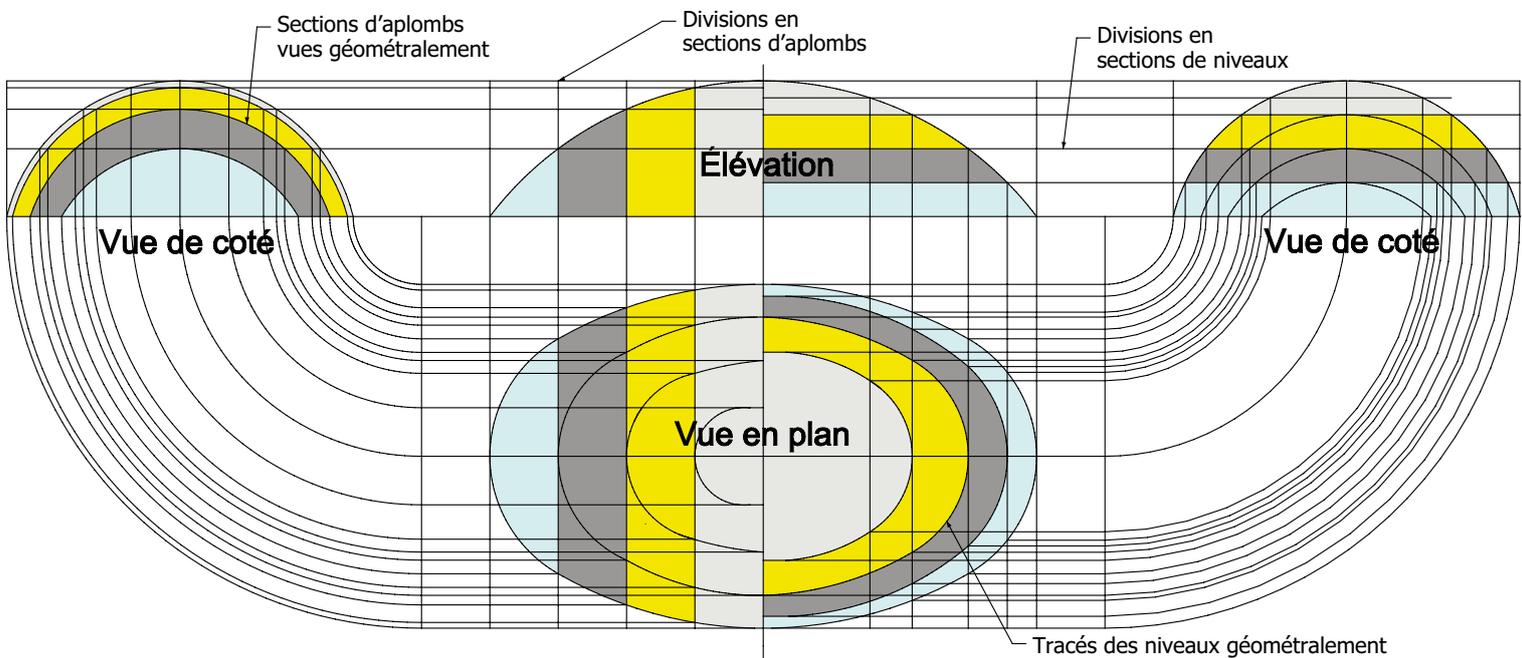




Quand les sphériques sont irréguliers de profils différents sur toutes les vues (ex : carène de bateau), pour les besoins de tracés de fabrication, nous avons deux solutions bien distinctes :

**a) Sur la partie gauche du schéma (ci-dessous) :** on divise, verticalement, l'élévation en portions égales (ici matérialisées par des couleurs différentes) que l'on transpose ensuite sur la vue en plan. Il suffit alors de projeter les hauteurs qui délimitent ces portions de l'élévation vers la vue de côté, puis vers la vue en plan par rabattement. Ce qui nous donne les intersections nécessaires au traçage des lignes de niveaux (elliptiques).

**b) Sur la partie droite du schéma :** on divise, horizontalement, l'élévation en portions égales (ici aussi matérialisées par des couleurs différentes) que l'on transpose ensuite sur la vue de côté. Il suffit alors de projeter les hauteurs qui délimitent ces portions de l'élévation vers la vue en plan, puis de la vue de côté vers la vue en plan par rabattement. Ce qui nous donne les intersections nécessaires au traçage des lignes de niveaux (elliptiques). Ces tracés seront utilisés en charpente traditionnelle ou en menuiseries pour placer des éléments précisément sur les trois vues !.



# Explications théoriques du principe de l'art du trait

Ces procédés sont utiles en tracés de charpente traditionnelle ou marine, pour développer par exemple des courbes de chevrons ou de membrures sur une vue de côté. Par ailleurs, ils vont également nous servir pour ajouter des raccords de collisions, des pénétrations ou pour du tracé stéréotomique de pièces de bois à usiner dans des projets divers !

En résumé de ces paragraphes liés aux tracés croches, j'attire l'attention sur le fait que cela peut paraître assez compliqué de faire la relation avec des travaux spécifiques en bois. Cependant, les techniques de base de l'art du trait ne passent que par ces principes : c'est ce que nous allons approfondir concrètement à présent en étudiant la stéréotomie et le calibre rallongé des pièces de bois à usiner de façons non classiques. Des sujets qui permettront, vous allez le voir, de donner libre court à toutes les audaces pour des façonnages créatifs sortant de l'ordinaire !

## STÉRÉOTOMIE, BLOC CAPABLE ET CALIBRE RALLONGÉ

Le mot « stéréotomie » vient du grec ancien *stereos* (« solide ») et *tome* (« coupe »). C'est l'art de la découpe et des assemblages de pièces singulières sorties d'un ensemble. À l'origine, la stéréotomie était surtout destinée aux tailleurs de pierre, qui l'ont inventée. Mais très vite, elle a été adoptée par les charpentiers puis, au fil du temps, par tous les corps d'état œuvrant sur de la matière à façonner. En travail du bois, elle sert à tracer des épures purement pratiques, à l'échelle 1. Ainsi, on projette la représentation géométrale d'une pièce hors du plan principal, de manière à l'isoler et à créer tous les points générateurs du report de son traçage sur un bloc de bois parallélépipédique (bloc capable).

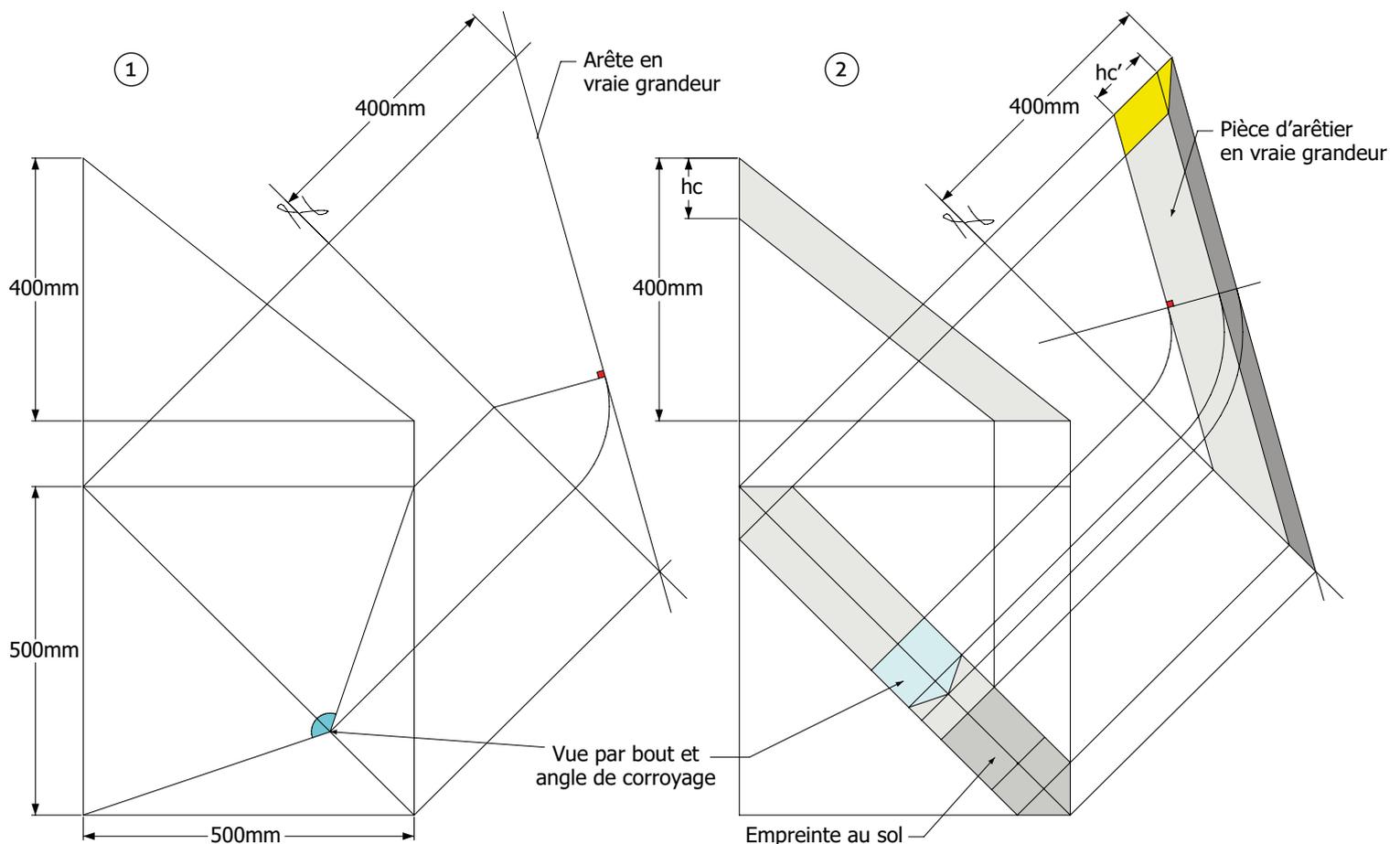
**Le bloc capable :** appelé aussi pièce capable, c'est un volume de bois spécifiquement dégauchi et raboté aux mesures de la

pièce à usiner définies par l'épure. Il doit être « capable » de contenir la pièce entièrement dans ses trois dimensions, au plus juste. Une fois calibré, on le positionne directement sur l'épure afin d'y « piquer » les points de tracés nécessaires pour en tirer la pièce désirée, débillardée.

**Le calibre rallongé :** il définit un tracé sur les chants et bouts du bloc capable calibré spécifiquement pour une pièce particulière. Il permet d'exécuter sa découpe précisément depuis une référence plane. Donc un tracé « déformé rallongé » mais aux mesures exactes et à la forme (y compris les assemblages) de la pièce désirée finie dans l'espace (exemple : un limon débillardé). Le calibre rallongé peut parfois être tracé sur papier depuis l'épure à coller ensuite sur le bloc.

## Stéréotomie des arêtiers droits sur plan carré

L'arétier droit sur plan carré est le plus élémentaire à développer en stéréotomie pratique. La mise en place de l'épure est très simple par sa disposition en une élévation et une vue en plan, avec l'arête tracée à 45° depuis deux côtés en versants égaux. Sur le schéma ① ci-dessous, le principe est montré. Ensuite depuis la vue en plan, nous traçons par rabattement perpendiculaire à l'arête sur la hauteur prise de l'élévation : l'hypoténuse obtenue donne l'arête de l'arétier en vraie grandeur. Enfin, depuis la vraie grandeur de l'arête, par rabattement, nous traçons l'angle de corroyage sur la vue en plan, qui nous permettra de tracer la **vue par bout** des sections de bois désirées au final pour la fabrication de menuiseries diverses. Un exemple concret ? Un tabouret en arétier ! Évidemment, un seul tracé d'épure suffit dans ce cas puisque tous les points de tracés des pièces seront identiques pour les quatre pieds.



Voyons maintenant le tracé d'arêtier en charpente (schéma ② page précédente). Ici, même si la mise en place de l'épure est identique, c'est le tracé d'épaisseur du bois d'arêtier vu en plan qui va donner la hauteur de « délardements », par rabattement vers l'arête développée en vraie grandeur. Puis le tracé du chevron d'emprunt sur l'élévation donne, par sa hauteur de coupe d'aplomb, la retombée nécessaire de bois de l'arêtier des faces frontales d'aplomb. Enfin par tracés parallèles à l'arête développée, en mettant des couleurs et ombres, nous découvrons la pièce d'arêtier entière vue géométriquement. On peut y mesurer la longueur et la largeur du bois équarri afin d'en effectuer le débit, ainsi que son épaisseur sur la vue en plan. En traçant une section perpendiculaire à l'arêtier développé, et en projetant les points rabattus au compas sur la ligne de sol vers la vue en plan, nous pouvons tracer la vue par bout.

En charpente, la vue frontale d'arêtier et/ou d'autres éléments (comme le chevron d'emprunt) est presque toujours d'aplomb, en utilisant des bois équarris standard suivant les besoins (ce qui simplifie le travail). L'utilité étant d'avoir des délardements et coupes précises à repiquer sur les pièces, sans notions véritablement esthétiques. Mais en menuiserie ou en ébénisterie, nous avons besoin de tracés des pièces plus précis, et de finitions agréables visuellement. De ce fait, pour les épures stéréotomiques, **nous partons de la construction de base, avec l'angle de corroyage défini !**

Sur le schéma suivant, il s'agit que la pièce d'arêtier ait des faces parallèles les unes aux autres, comme pour des pieds de tabouret. **Note :** pour des raisons de netteté, j'ai enlevé volontairement la construction de l'angle de corroyage que l'on a vu sur le premier schéma de ce chapitre « stéréotomie », en ne conservant que l'angle pour tracer les vues par bouts.

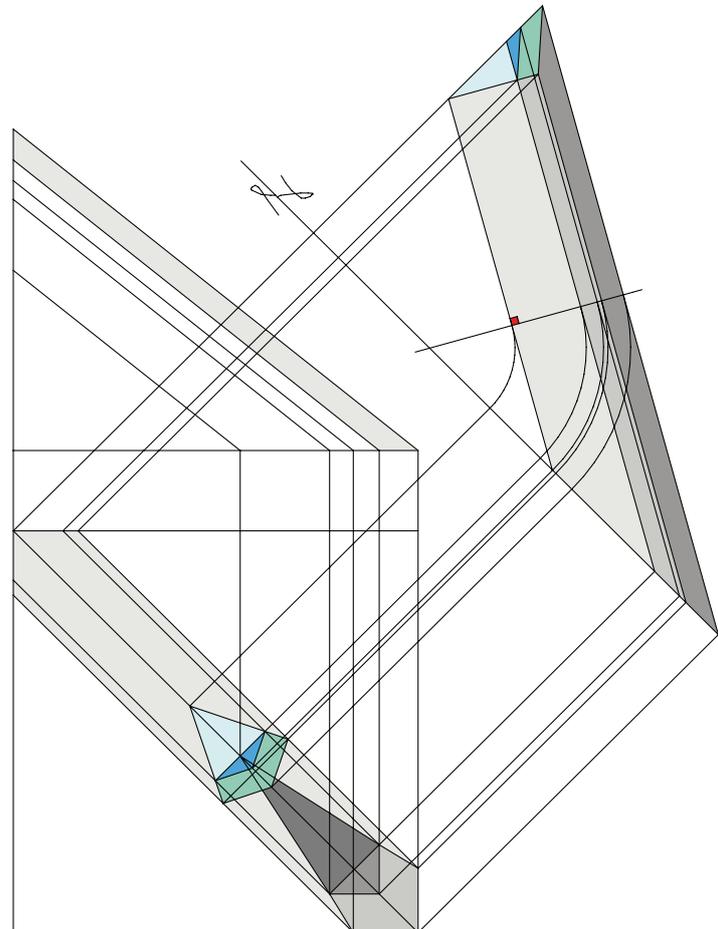
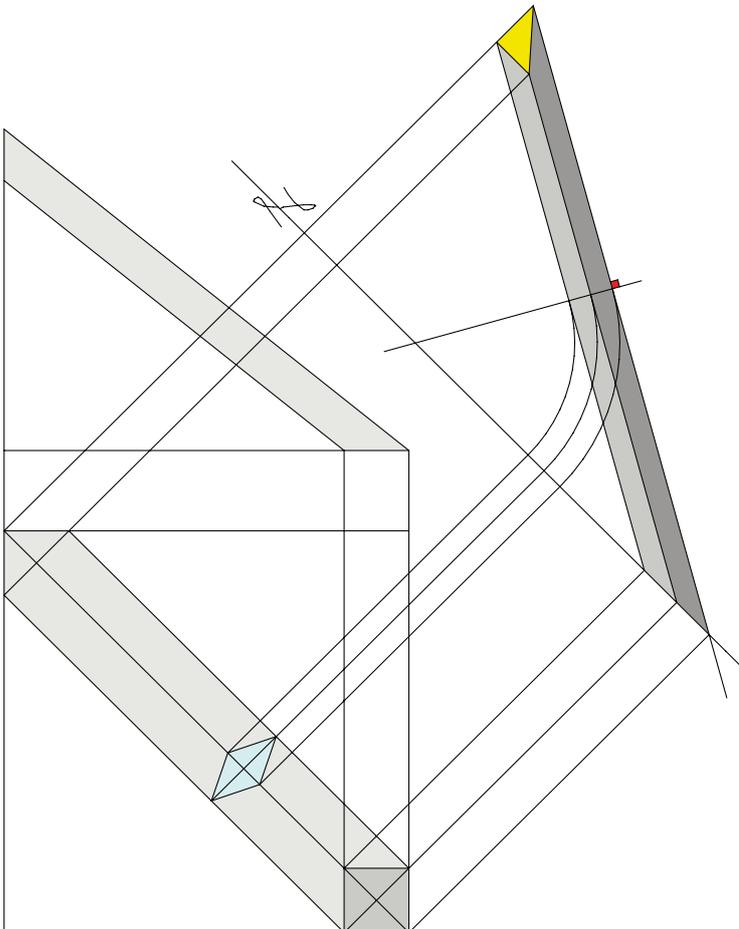
Le principe est de tracer, sur l'angle de corroyage en plan défini précédemment, les largeurs de bois désirées vues depuis l'arête, puis de tracer les faces réciproques du dessous de la pièce parallèlement, ce qui nous donne une vue par bout en forme de losange, donc la section complète à corroyer avec ses angles précis. Enfin, en traçant des parallèles à l'arête vue en plan depuis les points de la vue par bout, nous obtenons une empreinte au sol carrée et des coupes d'aplomb au sommet vues de dessus, que nous pouvons projeter vers le développement géométral afin de tracer l'arêtier complet en vraie grandeur (schéma ci-dessous à gauche).

Pour vérification, nous pouvons éventuellement projeter la vue par bout, perpendiculairement à l'arête du développement depuis la vue en plan. Par rabattement, elle doit coïncider avec les parallèles de l'arêtier en vraie grandeur.

Ce principe est assez facile à réaliser, mais compliquera les arasements d'éventuelles traverses. En effet, les arasements seront en angles, mais également biais ! Pour remédier à cela, et avoir des arasements d'angles mais d'équerre au tenonnage, il faut tracer les chants utiles d'arêtiers (ceux qui reçoivent les traverses) d'équerres par rapport aux faces tracées sur l'angle de corroyage et dimensionner leur largeur selon l'épaisseur d'emprunt que l'on désire, généralement déterminée par la section des traverses. Ce principe utile en menuiserie et ébénisterie, permettra de moulurer, feuillurer, rainurer le tout avec un même pointage (schéma ci-dessous à droite).

Trois solutions sont envisageables :

- a) La vue par bout peut être tracée creuse en fonction de l'épaisseur des traverses qui y seront assemblées, ce qui permet l'intérieur d'un ouvrage net sans saillie apparente (6 faces) : deux faces d'arêtier, deux chants, et deux faces creuses (vue par bout en vert sur le schéma).



# Explications théoriques du principe de l'art du trait

- b) La vue par bout peut-être définie comme ci-dessus, mais sans creux (5 faces) : deux faces d'arêtier, et seulement une face plate reliant les deux chants. C'est le principe le plus utilisé, avec un façonnage facilité et peu de perte de bois. Ce principe, nous l'utiliserons souvent dans les arêtiers courbes (vue par bout en vert et bleu foncé ensemble).
- c) La vue par bout n'a que quatre faces, mais nécessite plus de bois dès que la pente de l'arêtier est faible, et au vu de l'empreinte au sol une esthétique incertaine (vue par bout en vert, bleu foncé et bleu clair ensemble).

## Stéréotomie des arêtiers droits sur plan rectangle

L'arêtier droit sur un plan rectangulaire est un peu plus compliqué en tracé d'épure, du fait de la présence de deux versants de pentes différentes à raccorder. Sur le schéma qui suit, la construction de mise en place de l'épure nécessite d'avoir une vue supplémentaire de côté, définissant la pente du second versant à raccorder en arêtier avec le versant vu en élévation. Pour tracer l'arête en vraie grandeur, le principe reste identique au plan carré : nous traçons par rabattement perpendiculaire à l'arête vue en plan sur la hauteur prise de l'élévation. Mais une petite gymnastique de l'esprit s'impose : l'emprunt vu en élévation correspond au versant frontal du côté, et l'emprunt vu de côté correspond au versant frontal de l'élévation.

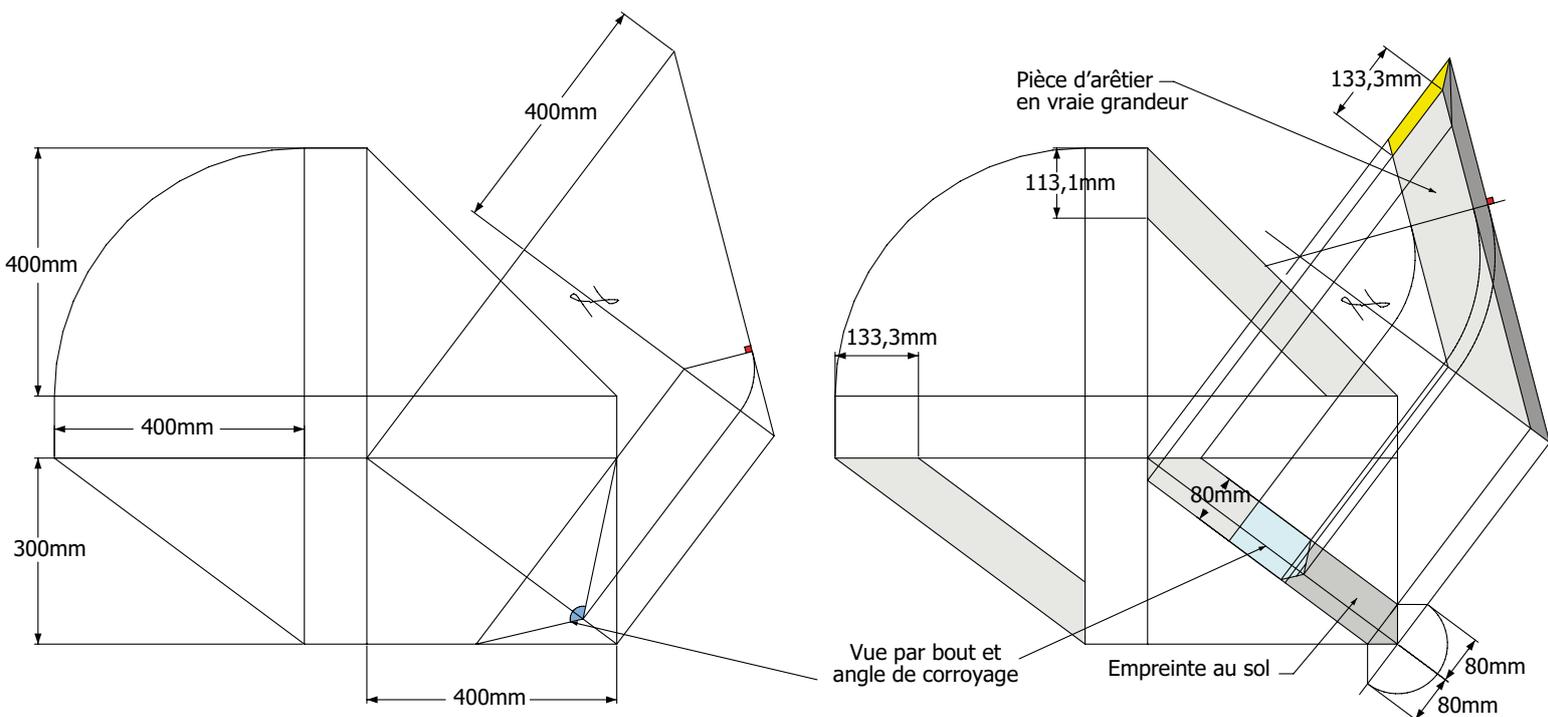
L'angle de corroyage se trace de la même manière que dans le plan carré, sauf qu'il est généré par des points de raccord asymétriques (schéma ci-dessous à gauche).

Sur le schéma ci-après, je vous montre le tracé d'arêtier sur plan rectangulaire en charpente. Ici aussi, même si la mise en place de l'épure est identique, c'est le tracé d'épaisseur du bois d'arêtier vu en plan qui va donner, par rabattement vers

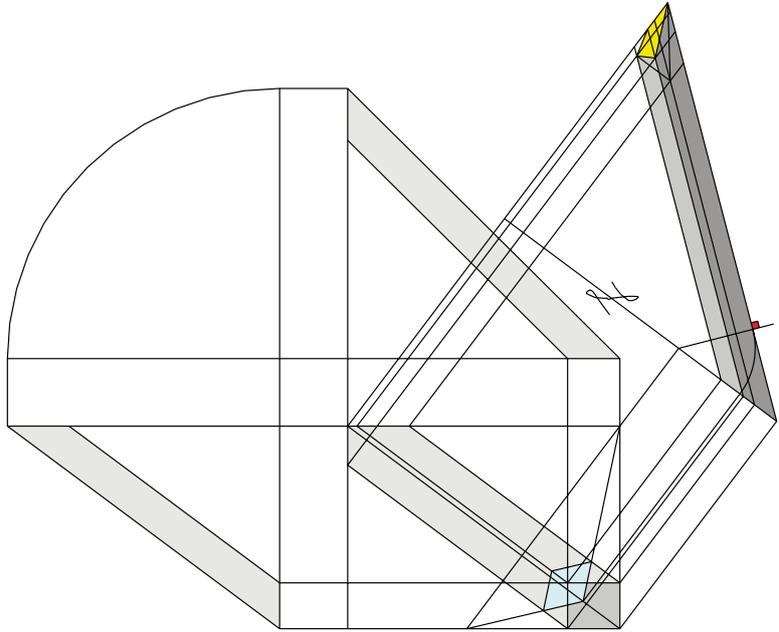
l'arête développée en vraie grandeur, la hauteur de « délairement ». **Sauf que celui-ci doit être tracé en décalé de l'axe donné par l'arête en plan, pour avoir une hauteur constante de délairement depuis les deux faces frontales de la pièce d'arêtier développée.** En effet, comme nous sommes face à deux versant de pentes différentes, si le bois était axé en plan, nous aurions des hauteurs différentes de délairements, et donc des faces frontales différentes, ce qui demanderait plus de section de bois, et un tracé des différentes pièces plus compliqué. Pour éviter ces difficultés inutiles, nous désaxons le bois d'arêtier vu en plan par un tracé simple d'un coup de compas d'ouverture équivalente à son épaisseur, depuis l'angle, sur une droite perpendiculaire à l'extrémité de l'arête. Les deux points donnés par cette construction, rabattus d'équerre au plan, nous donnent, exactement en parallèle de l'arête, le déport précis des faces à effectuer pour tracer l'épaisseur de bois décalée.

Le tracé de la retombée des faces sur le développement est donné par la coupe d'aplomb de chevron d'emprunt, la plus grande des deux vues (de côté et d'élévation). En rabattant tous les points depuis la vue en plan des coupes vers le développement, nous obtenons la vue géométrale en vraie grandeur de l'arêtier. Enfin, en sectionnant d'équerre l'arêtier vu en vraie grandeur, et en rabattant les points de section sur la ligne de sol puis en les projetant vers la vue en plan, les intersections des lignes génératrices et du tracé du bois nous donnent les points pour tracer la vue par bout de l'arêtier (schéma ci-dessous à droite).

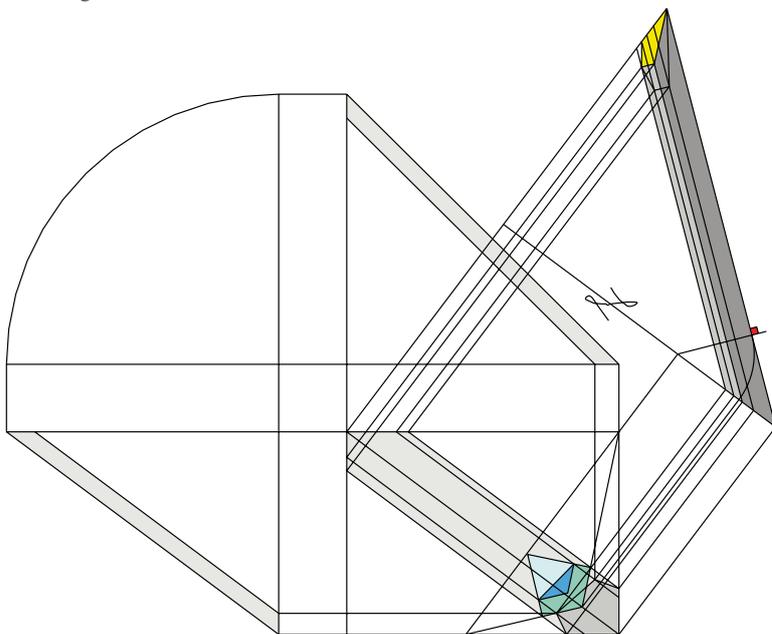
En menuiserie ou en ébénisterie, il suffit de tracer la vue par bout depuis l'angle de corroyage pour définir les sections de bois suivant les travaux désirés (comme ça l'a déjà été démontré, dans le cas de l'arêtier à plan carré). Puis, depuis les points donnés par le tracé de cette vue par bout, parallèlement à l'arête en plan, on positionne le bois.



Sur le schéma ci-dessous, la vue par bout est tracée avec des faces parallèles représentant un losange non d'équerre par rapport à l'aplomb de l'arête (contrairement au cas d'un arêtier à plan carré). Nous apercevons donc que l'arête inférieure de l'arêtier qui en découle est décalée de l'arête principale et que, par conséquent, l'empreinte au sol de la coupe de niveau est rectangulaire mais donne malgré tout des chevrons d'emprunts de même épaisseur sur l'élévation et la vue de côté.



Sur le schéma suivant, la vue par bout est tracée avec des chants utiles d'équerre aux faces de l'arêtier, sachant qu'ici nous devons tracer les épaisseurs d'éventuelles traverses sur les emprunts des deux vues d'élévation et de côté. Comme pour de l'arêtier à plan carré, nous pouvons tracer la section vue par bout en creux (6 faces), avec une surface plane inférieure (5 faces), ou encore avec 4 faces (ici non tracée sur la vue géométrale).



## Stéréotomie des arêtiers courbes sur plan carré

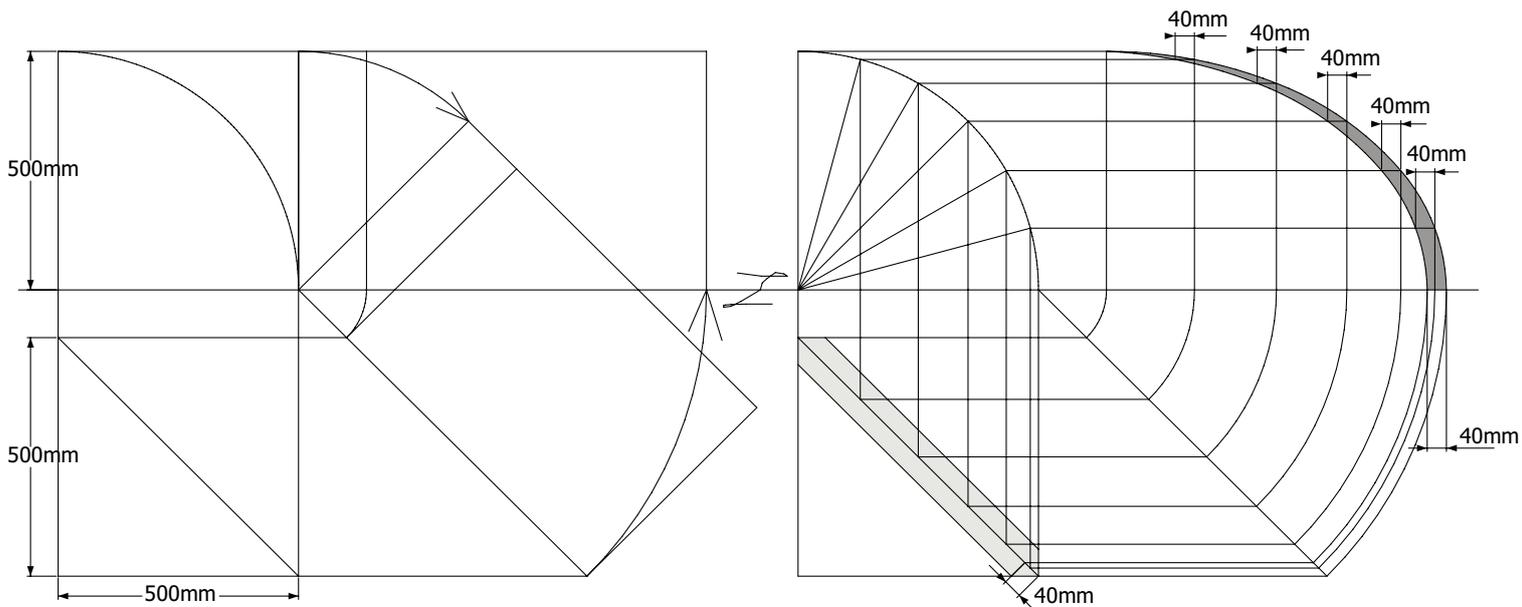
Les pièces d'arêtiers de versants cintrés en élévation sur un plan carré sont un des premiers passages à l'apprentissage de la courbe dans l'espace, notamment en charpente. En effet, ce sont des pièces souvent utilisées, avec des faces frontales d'aplomb, et des délardements partant seulement d'une arête développée en courbe.

Sur le schéma en haut, à gauche de la page suivante, la construction d'épure stéréotomique est tracée classiquement, par une vue en plan ou apparaît l'arête de l'arêtier, avec une élévation au profil du cintrage désiré du versant. Deux possibilités de rabattement pour le développement sont envisageables : perpendiculairement à l'arête vue en plan, ou horizontalement aligné avec l'élévation. Le point de rabattement restant le même, seules les lignes de rabattement sont différentes (ici, par souci de place, j'ai opté pour l'horizontalité). Le cadre du développement géométral de l'arêtier en vraie grandeur est défini par les extrémités des deux vues génératrices : la hauteur depuis l'élévation et la longueur de l'arête vue en plan.

Sur le schéma en haut, à droite de la page suivante, depuis la mise en place de l'épure stéréotomique de base, nous procédons au tracé de charpente de l'arêtier courbe :

- Dans un premier temps, nous devons diviser le cintre vu en élévation. Pour de la charpente, nous pourrions nous contenter de ne diviser que la hauteur. Mais pour de l'arêtier courbe en menuiserie ou ébénisterie, c'est plus simple et précis de le diviser par cordes (8 divisions) ou par bissectrices d'angles connus (6 divisions de  $15^\circ$ ).  
**Remarque :** le nombre de divisions est à évaluer en fonction du projet. En effet, plus on a de points, plus on est précis. Mais trop de points compliquent énormément les tracés et sont source d'erreurs !
- Nous devons ensuite projeter les points de divisions par génératrices : horizontalement vers le développement, et verticalement vers l'arête vue en plan.
- Nous rabattons toutes les génératrices en plan depuis l'arête vers le développement. Alors, aux intersections des horizontales et des verticales, avec une cerce ou un pistolet de dessin, nous traçons l'arête développée en vraie grandeur.
- Sur la vue en plan, nous traçons maintenant l'épaisseur de la pièce désirée en axe de l'arête, ce qui nous donne la mesure à plat du délardement. Mesure que nous reportons au compas sur toutes les horizontales du développement. Puis, aux instruments (cerce, pistolet), nous traçons la courbe des délardements vue frontalement en vraie grandeur.

# Explications théoriques du principe de l'art du trait



## Retombées utiles

Dans l'arêtier cintré en élévation sur plan carré et faces d'aplombs, deux principes particuliers permettent de tracer les retombées utiles à des travaux de menuiserie, ou de charpente :

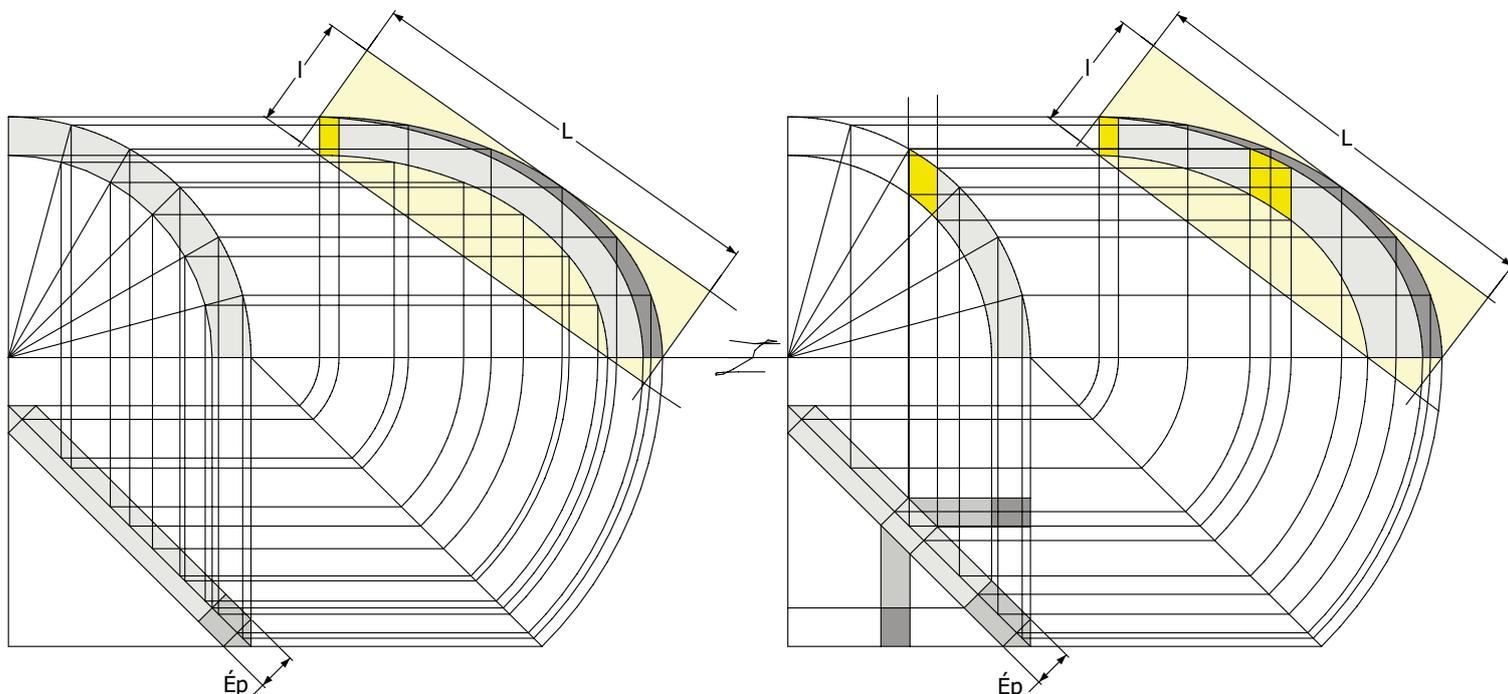
Le schéma ci-dessous montre le tracé utile plutôt en menuiserie, c'est-à-dire que nous avons besoin le plus souvent d'une pièce régulière sur toute sa longueur. À cette fin, sur l'élévation, la retombée est tracée en correspondance avec l'emprunt dont on définit la largeur arbitrairement, selon ce qu'on désire. De la même façon, depuis l'emprunt, nous projetons les points vers le développement et la vue en plan. Puis depuis la vue en plan sur le développement par rabattement. Aux intersections, nous traçons alors la courbe inférieure de la pièce d'arêtier. En ombrant ou avec des couleurs, nous modélisons ainsi l'arêtier géométriquement en vraie grandeur.

Nous découvrons ici le but des opérations de tracé par le trait. C'est-à-dire que si nous traçons des droites tangentes parallèles et perpendiculairement les unes aux autres aux points extrêmes de la pièce vue géométriquement en vraie grandeur, nous obtenons la longueur et la largeur du bloc équarri

corroyé capable d'accueillir la pièce d'arêtier courbe finie.

L'épaisseur de ce bloc, elle, sera prise sur la pièce tracée vue en plan. **Pour tracer cette pièce, il suffit de positionner le bloc capable sur l'épure, puis de remonter, sur ses chants, les génératrices et les hauteurs prise au compas.** Un principe que nous montrerons en réel dans un prochain chapitre. Enfin, le contour de la vue en vraie grandeur, nous donne le gabarit de découpe de la pièce globale à calibrer, sur laquelle il faudra par la suite tracer les délardements, par points, afin de les exécuter précisément.

En charpente, le tracé est similaire au départ, mais il se complique pour la retombée ! C'est ce que montre le schéma ci-après. En effet, la retombée va être induite par les hauteurs des coupes en dévers des « empannons » (chevrons courts reliant l'arêtier à une panne sablière), qui viennent se clouer contre l'arêtier. Il faut pour cela, sur l'emprunt d'élévation, tracer la coupe de l'empannon déterminée depuis le plan, et projeter ces points vers le développement, ce qui donne, par points, une courbe inférieure non parallèle à la courbe supérieure. Pour tracer le bloc capable, nous procédons de la même manière que précédemment, sauf que celui-ci sera plus large, car englobant la différence de retombée.



## o Chant d'équerre

Les arêtiers cintrés en élévation sur plan carré avec des chants d'équerre compliquent encore un peu plus les tracés stéréotomiques ! En effet les chants vont être d'équerre aux faces délardées, mais avec une variation continue tout au long de la courbe d'arétier développé, ce qui induit pour d'éventuels arasements de traverses du tracé gauche et courbe à prendre en compte. Mais cela donne un résultat parfait en termes d'esthétique pour ce genre d'ouvrage.

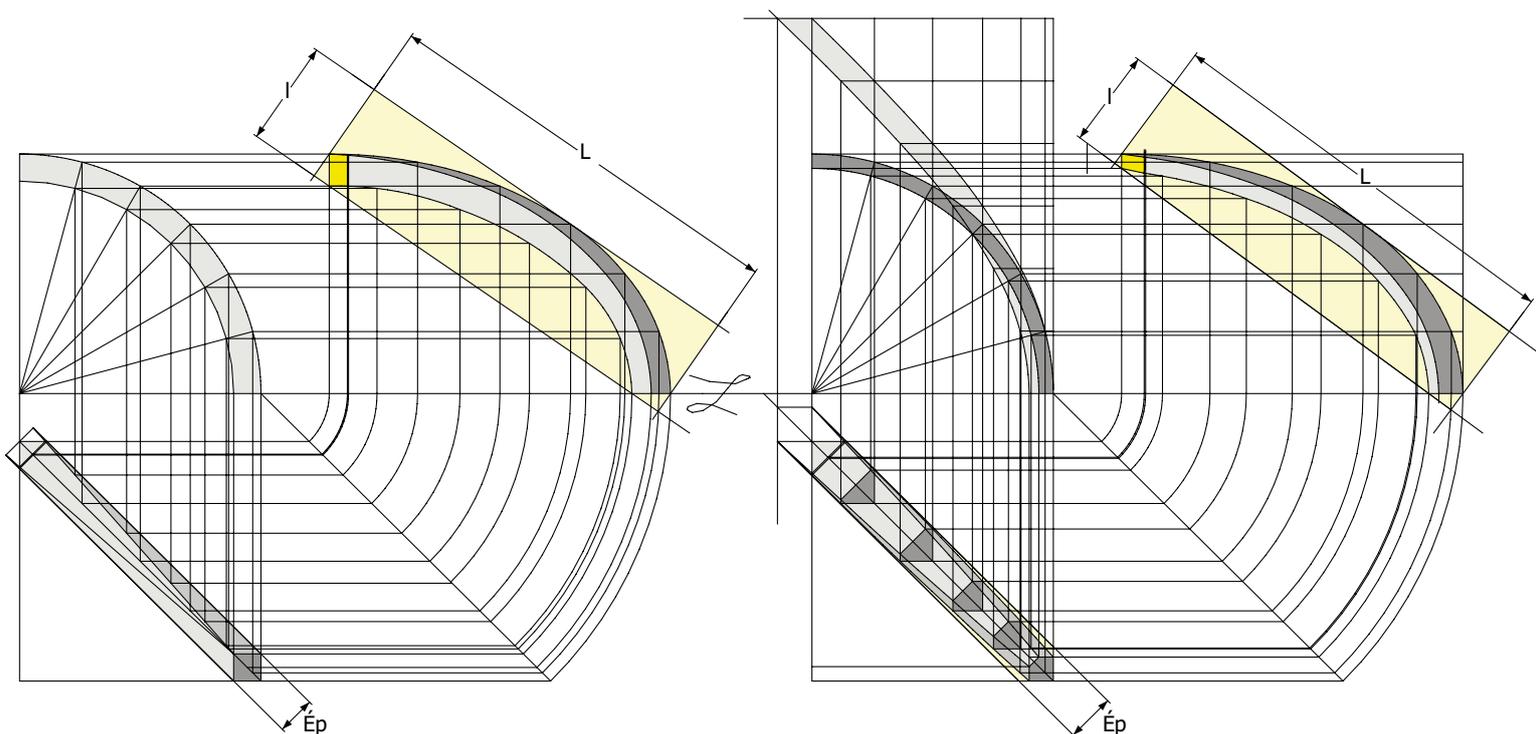
Le schéma ci-dessous, à gauche, représente un arétier cintré avec ses chants d'équerres simple. Il a la particularité de pouvoir être tracé en plan d'après une arête principale et des arêtes de chants parallèles, ce qui définit une empreinte au sol carrée. Les arêtes de chants inférieures prennent naissance depuis l'arête principale de l'empreinte au sol, et se terminent à l'extrémité d'aplomb au sommet, ce qui donne cinq arêtes vues. Sur l'élévation en quart-de-cercle divisée, on ne trace qu'un emprunt simple modélisant l'arête extérieure et intérieure. L'élévation géométrale de la pièce d'arétier courbe en vraie grandeur s'obtient par projection des points supérieurs de l'emprunt en élévation vers l'arête principale vue en plan, et des points de l'arête inférieure de l'emprunt en élévation vers la vue en plan sur une arête inférieure. À leur tour tous projetés sur les horizontales réciproques du développement venant de l'élévation. Avec un pistolet ou à la cerce, nous traçons alors les courbes en reliant les points, puis nous ombrons le dessin pour modéliser la pièce en perspective. En traçant un parallélogramme tangent aux extrémités de la pièce vue en vraie grandeur, nous obtenons la longueur et la largeur du bloc capable.

Passons à l'arétier cintré avec ses chants d'équerres et développement des faces de versants (schéma ci-dessous à droite), ce qui reste le principe le plus abouti et le plus esthétique, surtout pour de la menuiserie et l'ébénisterie de qualité supé-

rieure ! Le principe réside dans le développement depuis le cintre de l'emprunt d'élévation. On y applique une parallèle correspondant à la largeur de bois souhaitée constante vue depuis les faces de versants. Sur le cintre de l'emprunt d'élévation, nous ne traçons que l'épaisseur du bâti souhaitée (épaisseur des traverses), afin de déterminer les retombées de chants d'équerres. Sur la vue en plan, les arêtes de chants vont être courbes, car induites par les deux points de chaque ligne de niveaux du développement projetées. Les chants d'équerre en plan vont eux aussi être courbes en plan car induits par l'épaisseur de l'emprunt et ses divisions rayonnantes projetées. Quand cette construction d'élévation et de plan est terminée, nous n'avons plus qu'à projeter par rabattements les génératrices depuis la vue en plan sur les horizontales réciproques de développement en vraie grandeur de la pièce d'arétier. Avec un pistolet ou à la cerce, nous traçons les courbes en reliant les points, puis nous ombrons le dessin pour modéliser la pièce en perspective. En traçant un parallélogramme tangent aux extrémités de la pièce vue en vraie grandeur, nous obtenons la longueur et la largeur du bloc capable.

## Stéréotomie des pièces débillardées cylindriques, cintrées en plan et élévation, croches

Je l'ai déjà évoqué plusieurs fois : on appelle de façon générique pièces « débillardées » (littéralement « sorties de la bille ») toutes les pièces gauches et courbes finies dans l'espace, sorties d'un bloc capable. Les trois exemples de stéréotomie qui vont suivre sont des pièces débillardées : droite rampante d'un limon d'escalier hélicoïdal, cintrée en plan et en élévation d'une porte, et croche dans un quart de sphère charpentière.



# Explications théoriques du principe de l'art du trait

## Escalier hélicoïdal

Commençons avec une petite volée d'escalier hélicoïdal entre deux poteaux, avec limon cintré en plan et noyau plein cylindrique pour quatre marches (schéma ci-dessous) :

- Comme n'importe quel escalier, le tracé d'épure stéréotomique se compose au départ d'une vue en plan, d'après laquelle nous traçons une portion de développement à plat depuis les queues de marches dans le limon (dans une courbe régulière, deux ou trois marches suffisent puisque l'escalier est droit une fois développé), pour tracer la largeur de limon, et avoir des hauteurs fiables à reporter pour développer l'élévation géométrale.
- Sur la vue en plan, nous traçons tangent le bloc capable, ce qui nous donne déjà son épaisseur. Puis nous y traçons les génératrices des points à projeter en élévation géométrale.
- Le tracé de l'élévation résulte des points de la vue en plan projetés sur les lignes de niveaux réciproques qui, dans le cas d'un escalier, correspondent aux hauteurs de marches. À ces intersections trouvées, nous ajoutons les points pris sur le développement (nez de marches, retombées), et nous traçons à la cerce le profil en perspective de la pièce en vraie grandeur, avec ses assemblages s'il y a lieu, puis nous ombrons le dessin pour modéliser la pièce en perspective.

En traçant tangent aux extrémités un rectangle, nous obtenons la longueur et la largeur du bloc capable. En projetant les points de giron perpendiculairement au bloc capable tracé précédemment, et en prenant les mesures au compas depuis la vue en plan, nous traçons le calibre rallongé sur les chants du bloc capable (sur le schéma, le calibre rallongé du chant supérieur). Nous pouvons enfin, par les mêmes procédés, tracer l'élévation, projetée depuis la vue en plan du noyau plein central ! Son développement, lui, sera calculé par la circonférence du cercle ( $\pi \times D$ ) de manière à avoir les mesures exactes pour d'éventuels tracés de gabarit papier à plier et coller sur le cylindre de bois à entailler.

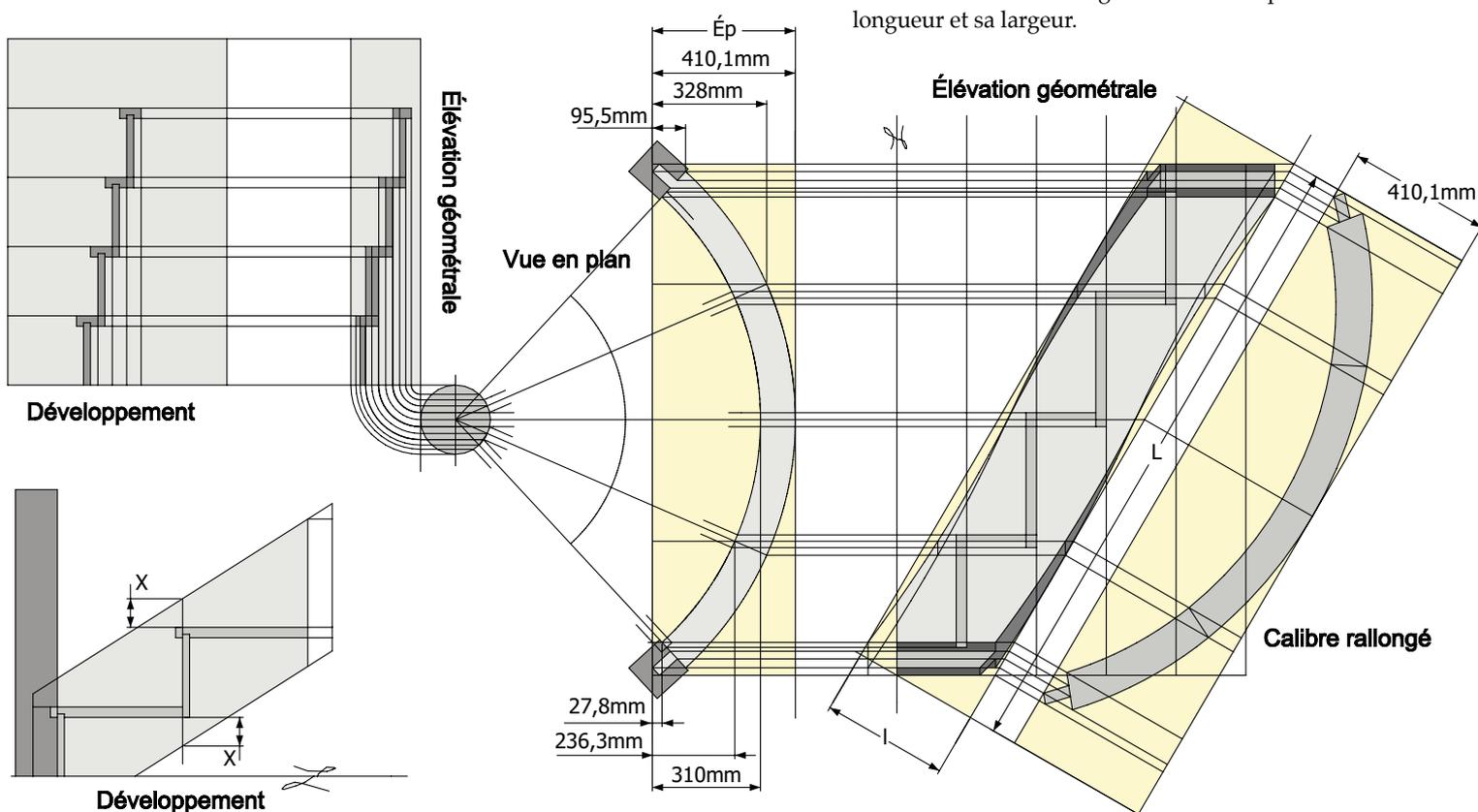
Cette construction d'épure stéréotomique pratique par l'art du trait traditionnel est l'exercice de découverte le plus utilisé pour le domaine du « débillardé » ! En effet, le tracé de ce genre d'épure et la réalisation d'une maquette en découlant, donne généralement les clefs de compréhension du principe, qu'il n'y a plus qu'à explorer. Par la suite, par un travail personnel continu, on pourra le compliquer en courbes irrégulières... ce que nous allons voir plus loin.

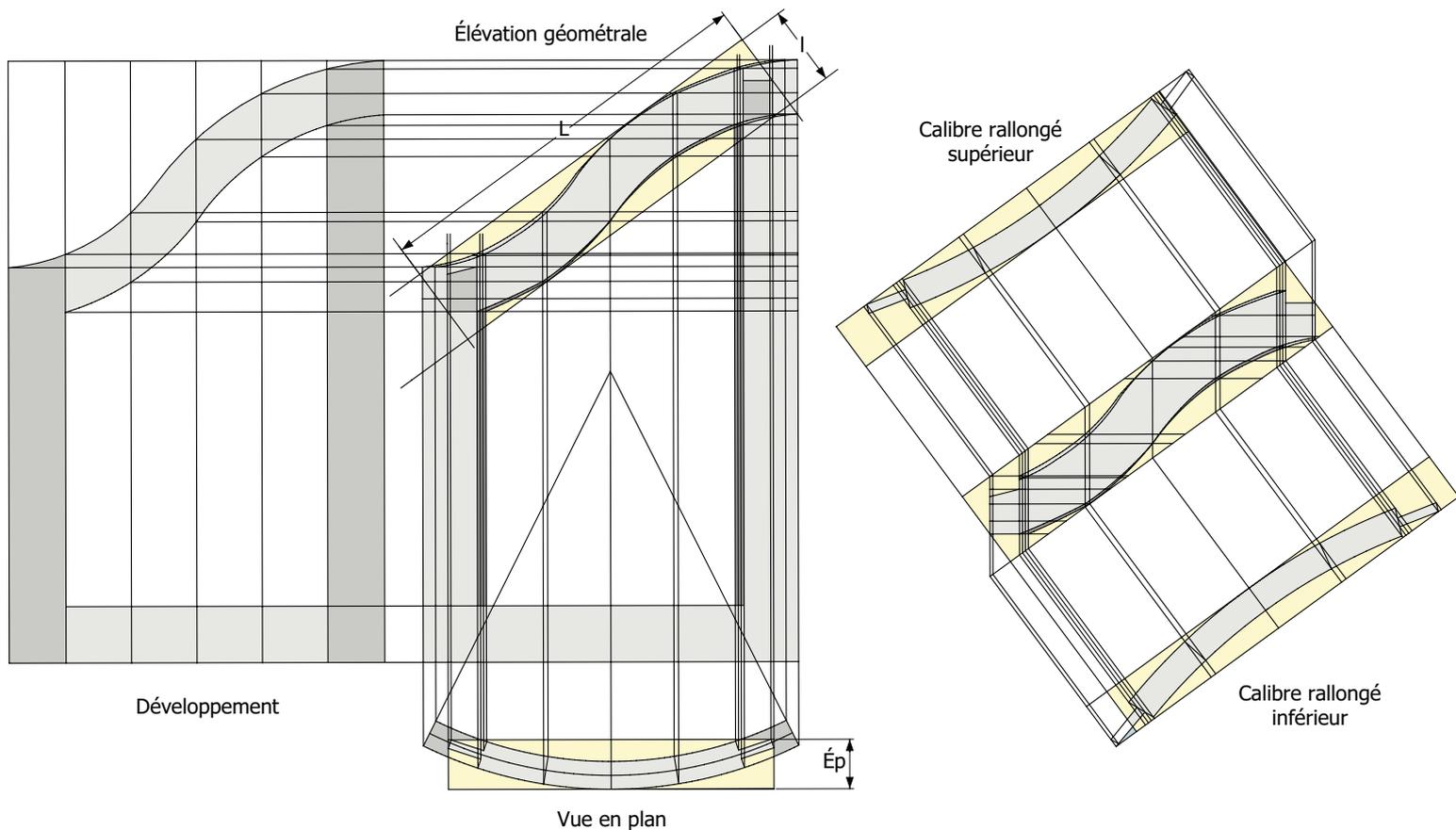
## Porte cintrée en plan et en élévation

Voyons maintenant une petite porte cintrée en plan, avec sa traverse haute chantournée en élévation... (schéma page suivante, en haut, à gauche) ce qui complique le tracé de base vu précédemment ! En effet, si la traverse haute était biaise mais droite au développement, on appliquerait le tracé comme un limon. Or, ici, nous devons passer obligatoirement par un développement plus complet :

- La vue en plan est dessinée complète, avec montants vus par bouts et traverses ainsi que les assemblages vus en coupes pour correctement les identifier. Ici, nous pouvons déjà tracer le bloc capable pour les traverses, et obtenir dès à présent son épaisseur, ainsi que la longueur et l'épaisseur de la traverse basse.
- Le développement est tracé en parallèle de la future élévation, ici mesuré par les cordes prises depuis la « **fibre neutre** » (c'est-à-dire depuis l'axe d'épaisseur cintrée vue en plan), pour partager les déformations de courbures éventuelles. Sur ce développement, nous traçons les montants et le profil de la traverse tel que désirée finie, ce qui nous donne, par intersections avec les divisions verticales, tous les points de hauteurs à projeter vers l'élévation.
- L'élévation peut maintenant être tracée géométralement depuis les génératrices venant de la vue en plan sur les réciproques horizontales venant du développement.

Avec un pistolet ou à la cerce, nous traçons les courbes en reliant les points, puis nous ombrons le dessin pour modéliser la vue en perspective. Nous pouvons enfin tracer le bloc capable aux extrémités de la traverse vue géométralement pour avoir sa longueur et sa largeur.





Voyons ce qu'il en est du transfert du bloc capable, avec la traverse incluse, pour tracer les calibres rallongés des deux chants (sur le schéma, pour ne pas encombrer le dessin explicatif, j'ai volontairement omis les lignes de niveaux que l'on doit aussi tracer sur les calibres rallongés depuis l'élévation géométrale). Si nous devons aussi faire un panneau à cette porte, les divisions du développement doivent être tracées par calculs des secteurs circulaires pour obtenir la vraie longueur de la fibre neutre à plat dans le cas de cintrage à chaud ou de lamellé-collé. Pour un panneau massif collé par secteurs, les cotes seraient prises sur la vue en plan et le chantournage par gabarit papier depuis le développement et appliqué sur la portion cylindrique travaillée du panneau massif. Enfin, s'il y avait un cadre et une corniche à cette porte, nous répèterions l'opération pour chaque élément superposé à cette première construction.

On retrouve souvent le dessin de cintré en plan et en élévation dans les travaux d'ébénisterie, ou de menuiserie d'art. Mais en y faisant appel, on peut aisément inventer du design contemporain. Tout est affaire de goûts et de créativité, surtout en déclinant le principe à du lamellé-collé. **Bref : tout est possible dès que l'art du trait n'est plus une barrière !**

## ○ Croches

Cette dernière partie de chapitre représente ce qu'il y a de plus complexe en art du trait, à savoir les pièces débillardées « croches ». Ce terme de charpente signifie que les pièces peuvent être cintrées en plan, en élévation ainsi qu'à l'emprunt vu de côté. Ce qui donne le plus souvent des faces de bois bombées, creuses ou biaises suivant le volume d'origine dont elles sont issues.

Le schéma page suivante représente l'épure globale d'un ensemble sphérique régulier, où une pièce à distinguer stéréo-

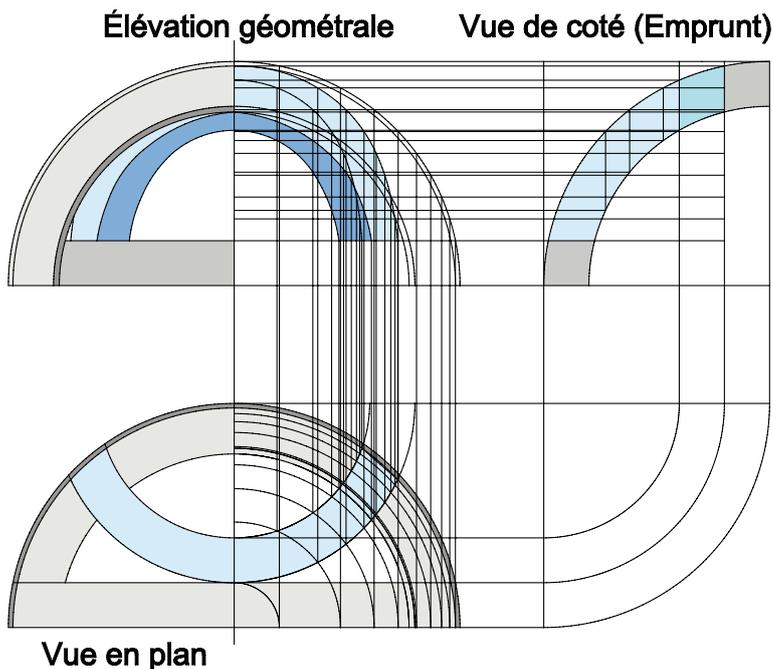
tomiquement pour son usinage est placée. Une pièce comme celle-ci pourrait être par exemple intégrée dans une partie de lucarne (en charpente, on parle de « guitarde ») :

- Le principe de base est de tracer simultanément les contours des trois vues (en plan, en élévation, de côté), puis de se servir des informations au fur et à mesure qu'elles apparaissent sur le dessin pour tracer le tout géométralement. Par exemple : le cintre vu en élévation auquel on superpose la hauteur de bois de la ceinture inférieure, nous donne par projection vers la vue en plan, la perspective du bombé sphérique extérieur. Et vice et versa : en projection vers l'élévation, l'épaisseur du cintre vu en plan sur la ceinture basse nous donne la perspective creuse intérieure sphérique.
- Pour tracer géométralement sur l'élévation le bois cintré défini en plan, nous nous servons de l'emprunt divisé pour créer des lignes de niveaux à projeter vers l'élévation puis vers la vue en plan, où elles seront tracées au compas, ce qui définit toutes les arêtes des faces bombées et creuses de la pièce de bois (schéma page suivante, en haut).

Le schéma qui suit est un transfert de la pièce croche pour son épure stéréotomique de fabrication, afin d'alléger le schéma précédent.

- Le bloc capable tracé en plan contient la pièce en vue de dessus axe compris, ce qui nous donne trois coordonnées à projeter depuis chaque ligne de niveaux.
- Nous projetons tous les points par génératrices verticales sur les génératrices horizontales réciproques venant de l'emprunt, sur lequel nous avons tracé les arêtes et l'axe de la pièce vue de côté.
- Les intersections donnent les points à relier à la cerce ou au pistolet de traçage. Après ombrage, nous découvrons la pièce croche élevée géométralement.

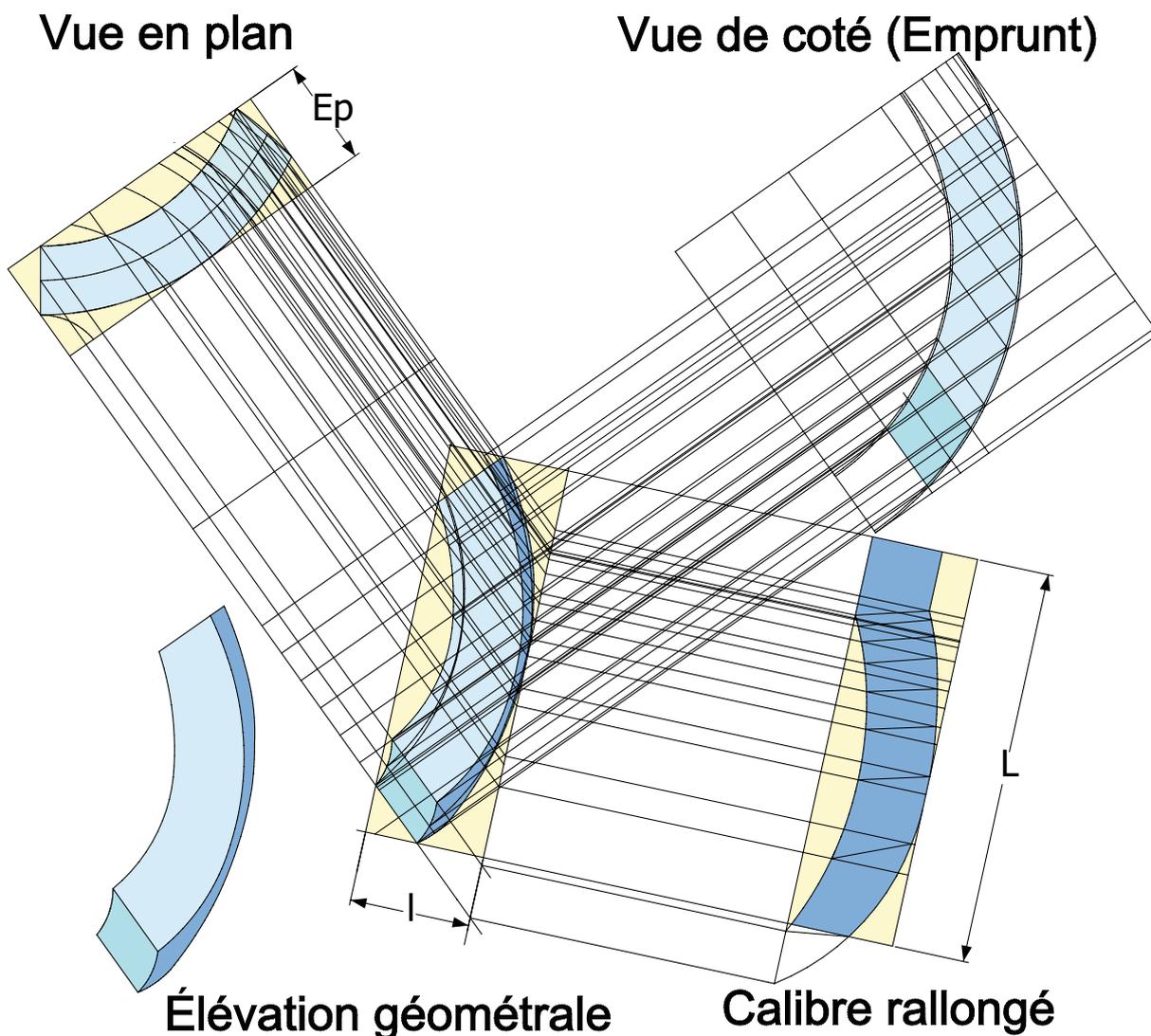
# Explications théoriques du principe de l'art du trait



## DE LA THÉORIE À LA PRATIQUE

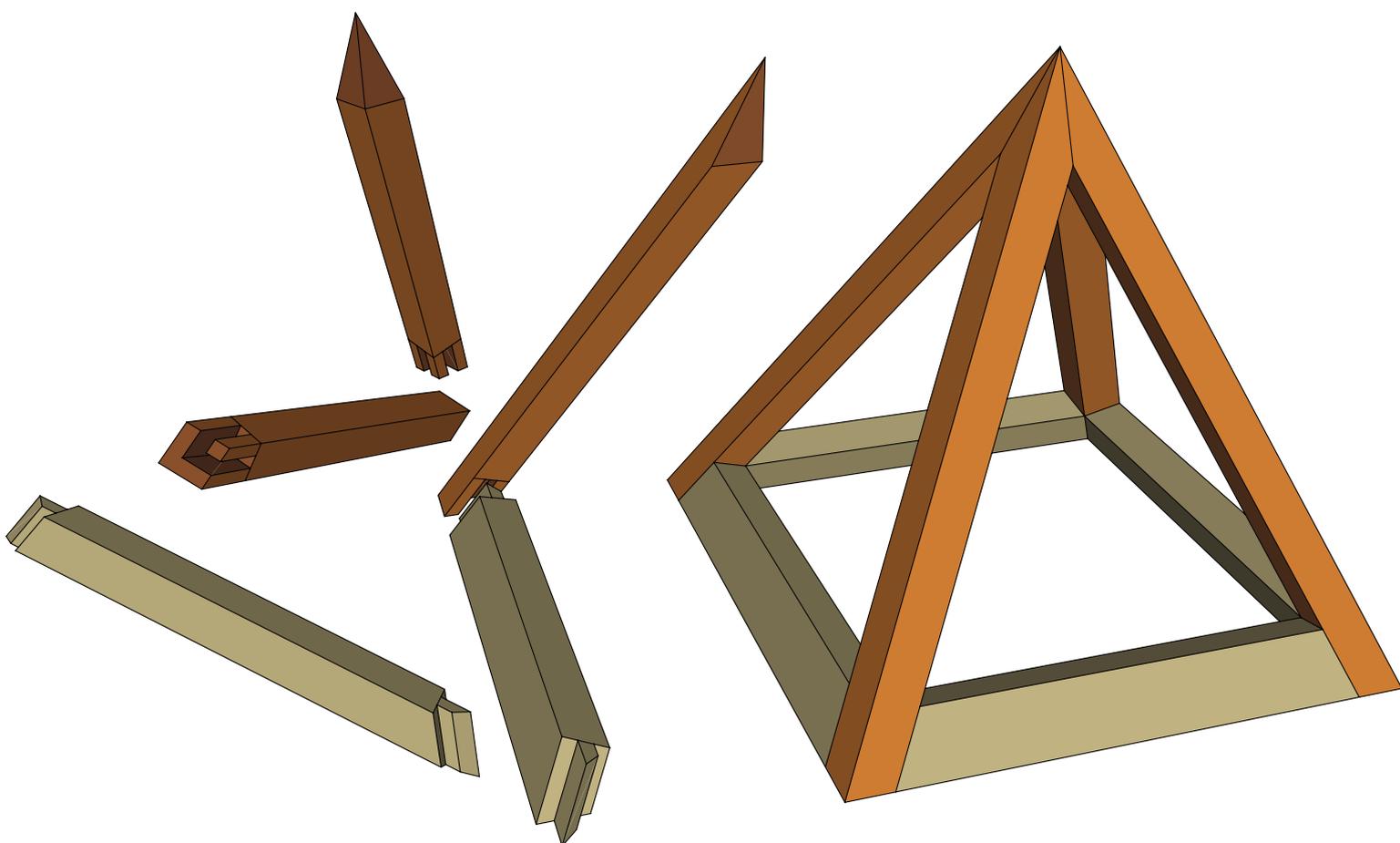
Voilà pour cette approche synthétique des principes de l'art du trait ! L'art du trait s'apprend chacun à son rythme, et il n'est pas facile en si peu de pages et des petits dessins d'essayer de vulgariser quelques mètres de rayonnages en bibliothèque d'ouvrages traitant du sujet ! La fin de ce chapitre reste, je pense, encore assez dense pour beaucoup. Mais le chapitre qui suit devrait être un peu plus clair, car je vais le consacrer à des exercices pratiques concrets, que chacun va pouvoir étudier et concevoir. Gardez à l'esprit que dès qu'un projet est à la base un agglomérat de volumes géométriques, rien n'a de hasard et tout est possible avec seulement des traits d'aplomb qui recoupent des traits de niveaux, générant ainsi des points de référence : c'est la base universelle ! ■

d) Depuis l'élévation géométrale, nous pouvons projeter le calibre rallongé (ici du chant supérieur) (schéma ci-dessous).



# Travaux pratiques d'initiation au trait

Découvrons maintenant quelques applications et exercices pratiques du « trait » sur des petits projets divers. J'ai créé des projets concrets que vous pourriez façonner ou dont vous pourriez vous inspirer pour façonner les vôtres. J'espère ainsi vous faire voir concrètement l'infinité des conceptions permise par la maîtrise des techniques par le dessin d'épure. Ces apprentissages se font bien sûr après avoir acquis les fondamentaux (n'hésitez pas à relire les chapitres précédents !). Les outils à main et les machines doivent évidemment être maîtrisés pour se lancer serein dans l'aventure. Les exemples qui vont suivre vont, je l'espère, ouvrir le champ de vos possibilités.



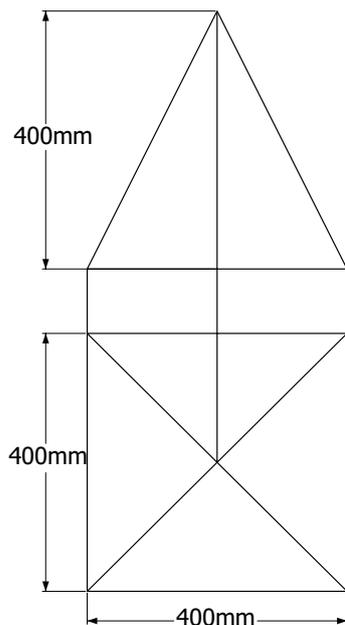
## LA PYRAMIDE EN ARÊTIER DROIT SUR PLAN CARRÉ

Simple à concevoir de prime abord, la pyramide en arêtier droit sur plan carré demande une réflexion qui va se révéler très utile pour s'entraîner à visualiser virtuellement des solides dans l'espace (schéma ci-dessus).

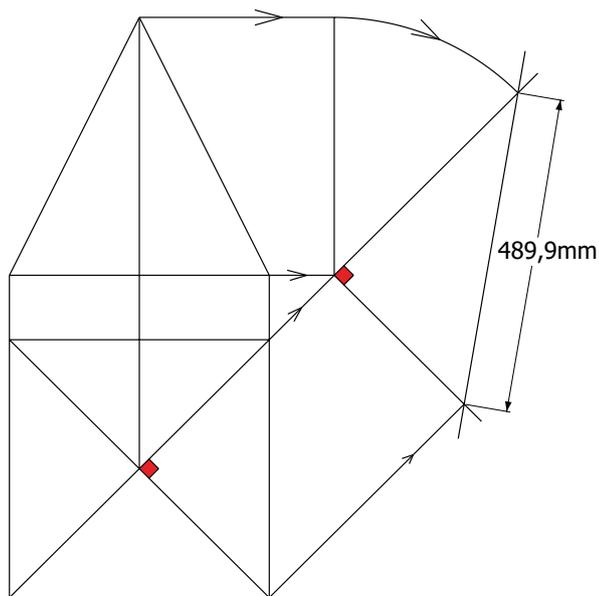
**Tracé de l'épure (schéma page suivante) :**

Sur un support papier ou un panneau, nous traçons le plan orthogonal de la pyramide, à savoir une vue en plan constituée d'un carré de 400 x 400 mm, sur lequel nous matérialisons les arêtes et l'apex (sommet) par deux diagonales. Puis nous traçons l'élévation orthogonale (ou « face frontale ») désirée d'une hauteur de 400 mm.

# Travaux pratiques d'initiation au trait

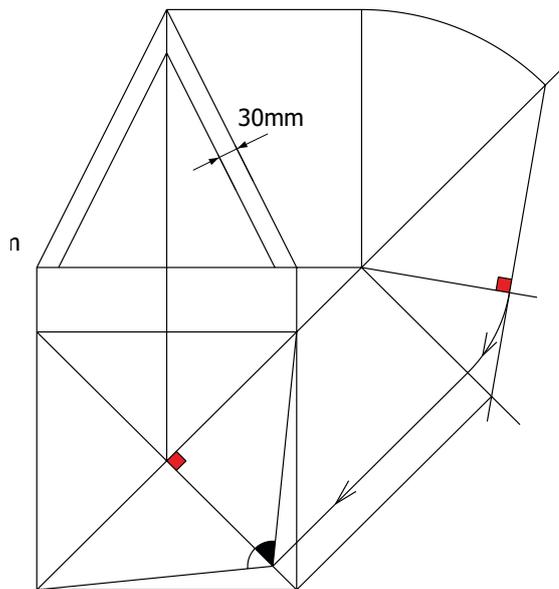


Depuis la vue en plan, nous traçons perpendiculairement aux extrémités d'une des arêtes de la pyramide deux fuyantes vers l'extérieur de la construction, ainsi que deux fuyantes perpendiculaires à la hauteur depuis l'apex et la base de l'élévation. L'intersection des fuyantes de la base (ligne de sol) de l'élévation et du prolongement de l'arête en plan donne le point de rabattement. Sur celui-ci, nous exportons la hauteur de la pyramide, que nous rabattons ensuite au compas sur la fuyante venant de la vue en plan. Puis nous y traçons la ligne de sol du développement depuis le point de rabattement, perpendiculairement, jusqu'à la seconde fuyante. On finit le tracé du triangle de construction du développement en traçant l'hypoténuse correspondant à l'arête en vraie grandeur, à l'extrémité des deux côtés obtenus.

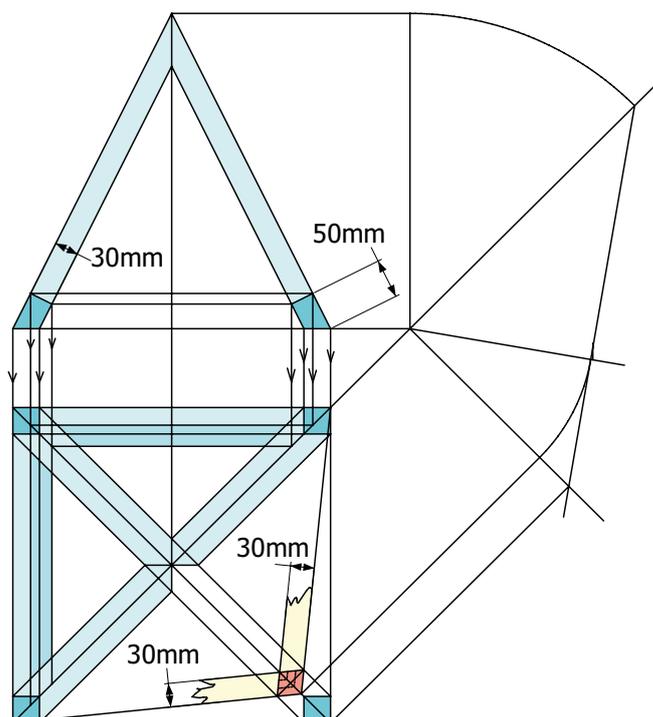


En traçant une perpendiculaire sur l'arête en vraie grandeur vers le point de rabattement (aligné sur l'angle de la pyramide vue en plan dans le cas présent d'une pyramide à base carrée), puis en rabattant au compas le point d'intersection trouvé, vers la ligne de sol, puis en le projetant vers l'arête de la vue en plan, nous pouvons tracer l'angle de corroyage des montants

de la pyramide. Enfin, nous traçons l'épaisseur de bois des emprunts sur l'élévation (ici, pour l'exercice : 30 mm).

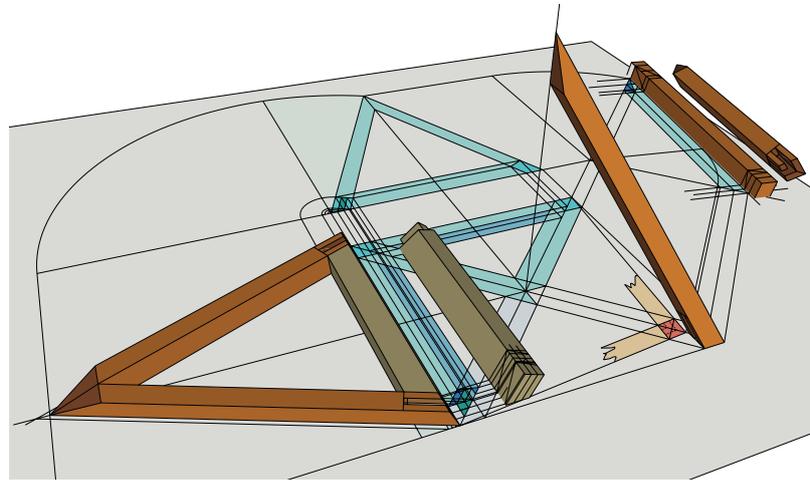


À présent, sur l'angle de corroyage de la vue en plan, nous traçons la section à corroyer de nos montants, vue par bout, en traçant parallèlement les épaisseurs de traverses (30 mm), ce qui nous donne ici des faces réciproques parallèles mais une vue de la section en forme de losange (ce qui induit, pour cet exercice, des arasements de traverses en pente et en biais). Ensuite, depuis les extrémités de la section et en parallèle des arêtes en plan, nous traçons et matérialisons les quatre montants de la pyramide ainsi que le croisillon, formé par les coupes, vue de dessus, et enfin les empreintes de coupes au sol. Sur l'emprunt en élévation, nous traçons les sections corroyées des traverses vues par bout (ici les faces voulues en 50 mm). Enfin, nous projetons les points des traverses vues par bout de l'élévation, vers les arêtes vues en plan, puis nous les traçons et matérialisons en vue de dessus.

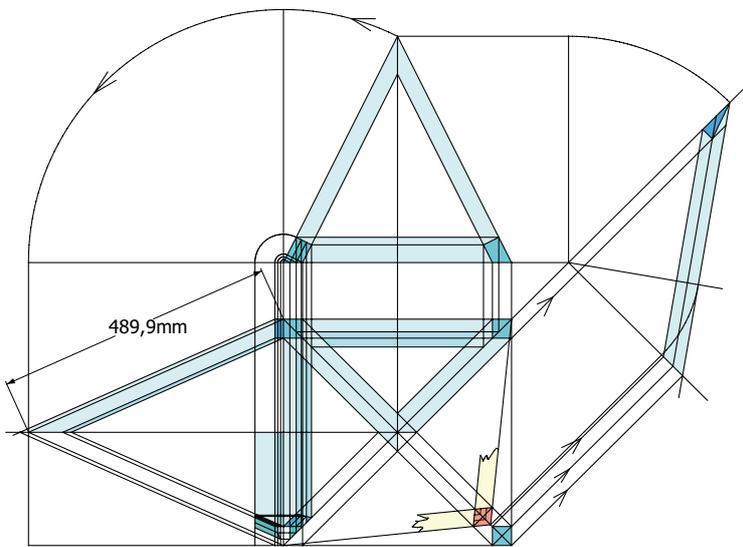


Il s'agit maintenant de tracer le reste des informations utiles sur l'épure, en commençant par la matérialisation d'un montant d'arêtier en vraie grandeur sur le développement de l'arête. Il suffit pour cela de projeter les points de l'empreinte au sol, vue en plan, vers la ligne de sol du développement, puis de tracer des parallèles à l'arête en vraie grandeur, et de projeter les lignes de coupes d'aplomb de la même manière. Sur les emprunts d'élévation, nous traçons les assemblages vus par bout que nous projetons vers la vue en plan, puis nous les matérialisons en vue de dessus. Enfin, nous traçons le développement d'une face complète en vraie grandeur, ce qui est très utile aux tracés des bois et à l'élaboration de panneaux ou de traverses intermédiaires. Notez que c'est toujours un bon exercice, qui permet des vérifications et l'acquisition de la perception dans l'espace aux novices dans ce type d'ouvrages.

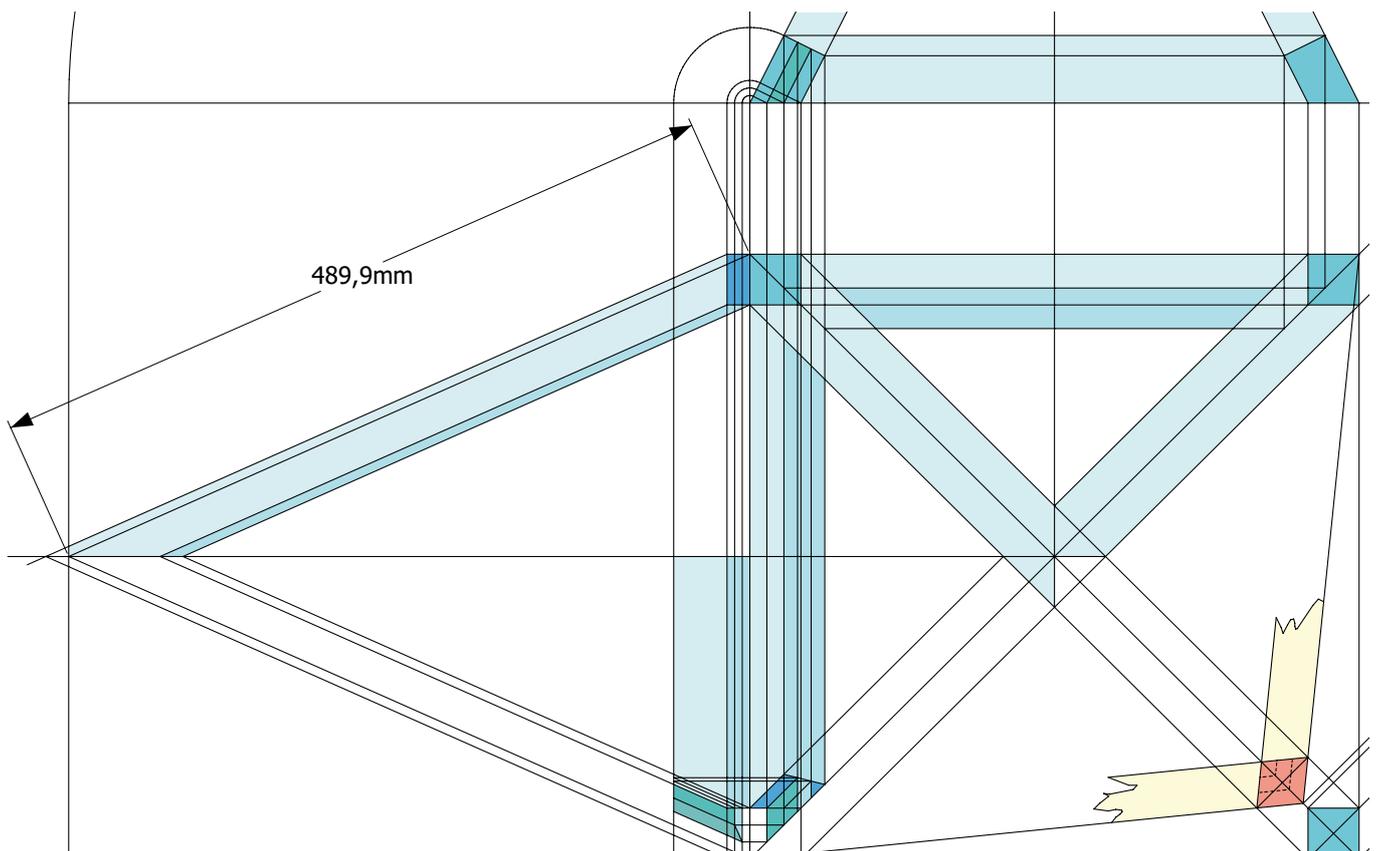
On passe alors au positionnement des bois sur l'épure, au traçage et aux vérifications ! Ici nous voyons la mise en œuvre de la technique de **rembarrement** : à l'aide de l'épure et d'une équerre, on remonte sur le contour des bois tous les traits utiles pour y tracer les coupes. On se sert aussi de l'épure pour reposer en situation réelle les bois usinés afin de vérifier la précision du taillage.



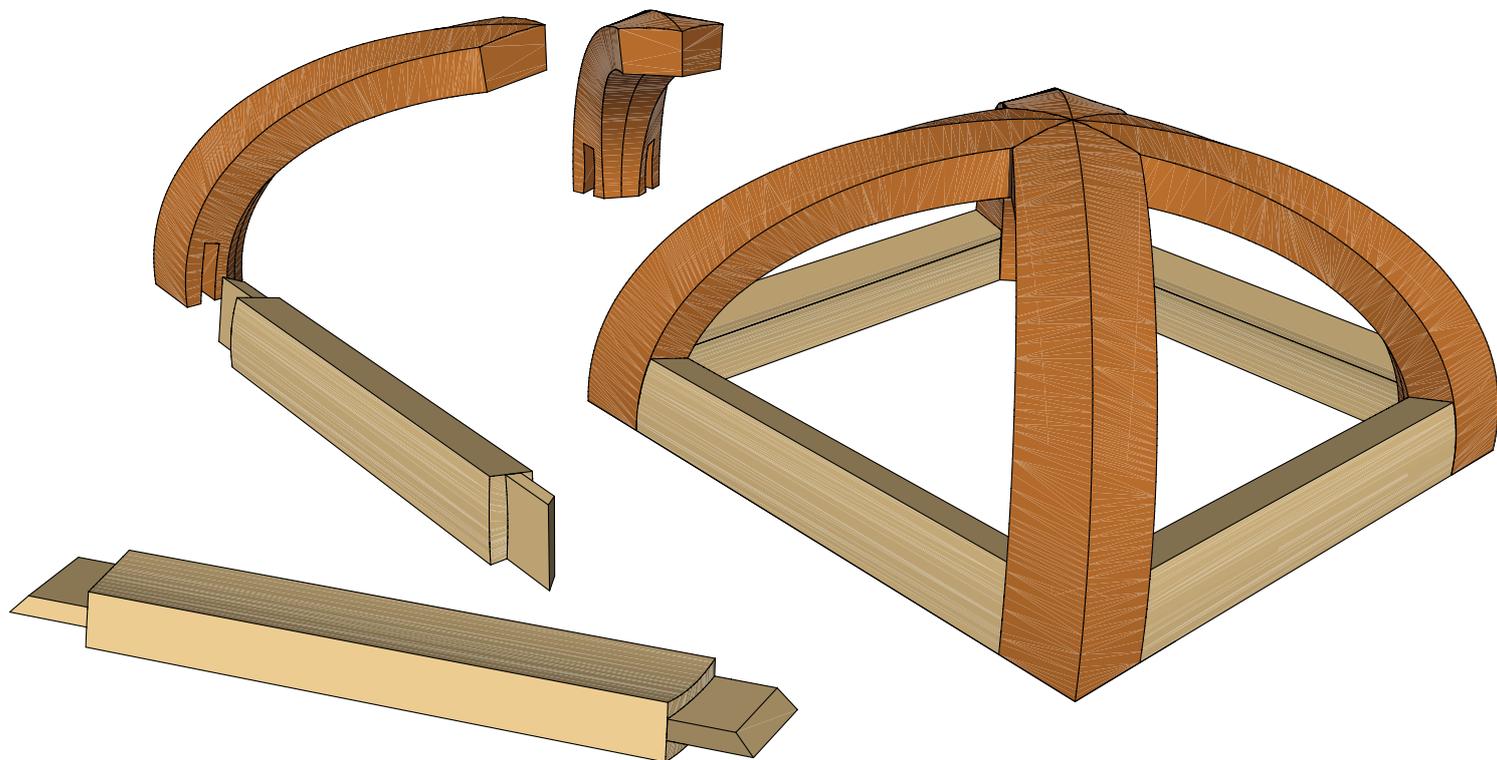
Ce premier exercice pratique essentiel doit être maîtrisé. Pour approfondir vos connaissances et votre savoir-faire, il peut être complexifié en traçant d'autres pyramides, avec cette fois, sur la vue par bout, les chants d'équerre depuis l'angle de corroyage et l'ajout de traverses intermédiaires ou de petits panneaux, le tout éventuellement agrémenté de moulures. À vous de jouer : tracez votre première épure d'arêtier !



Ci-dessous, un agrandissement :



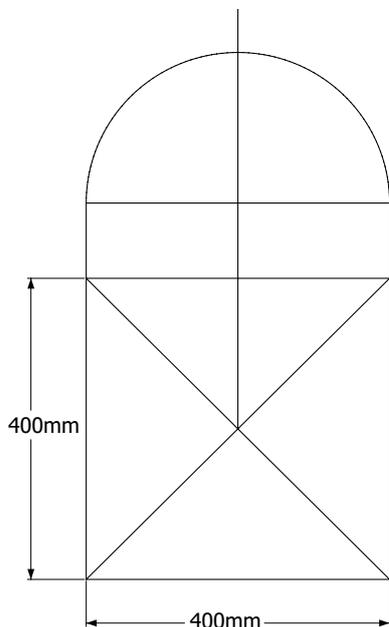
## LE DÔME DE PYRAMIDE EN ARÊTIER CINTRÉ ET CHANTS D'ÉQUERRE SUR PLAN CARRÉ



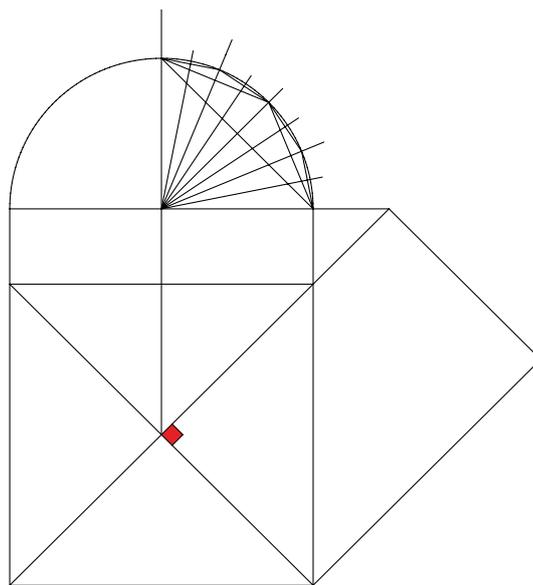
Passons au façonnage de courbes dans l'espace ! En partant de la même vue en plan que la pyramide droite vue précédemment, nous changeons la vue orthogonale de l'élévation, auparavant triangulaire, pour un plein cintre, formant au final un dôme de pyramide. Ici, généralement, le novice ou l'apprenti passe un cap dans la perception de son métier ou de son hobby : ce travail ne paraît en effet accessible qu'à des initiés (sauf que les initiés ont été un jour des apprentis !). À partir d'un tel exercice, on peut progresser en ajoutant panneaux, traverses intermédiaires, moulures, emprunts plus complexes ou développés... C'est véritablement l'ouverture de l'autoroute de l'art du trait !

### Tracé de l'épure :

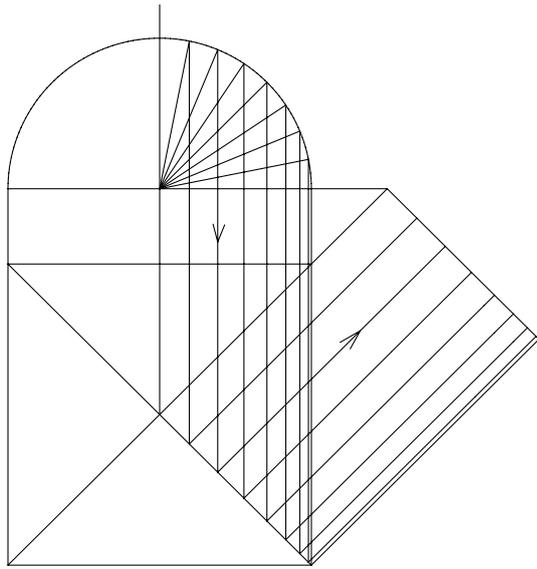
Comme précédemment, sur un support papier ou panneau, nous traçons le plan orthogonal général du dôme de pyramide. À savoir une vue en plan constituée d'un carré de 400 mm x 400 mm, sur lequel nous matérialisons par deux diagonales les arêtes et l'apex (sommet), ainsi que l'élévation orthogonale désirée d'un plein cintre, tracée au compas depuis l'axe.



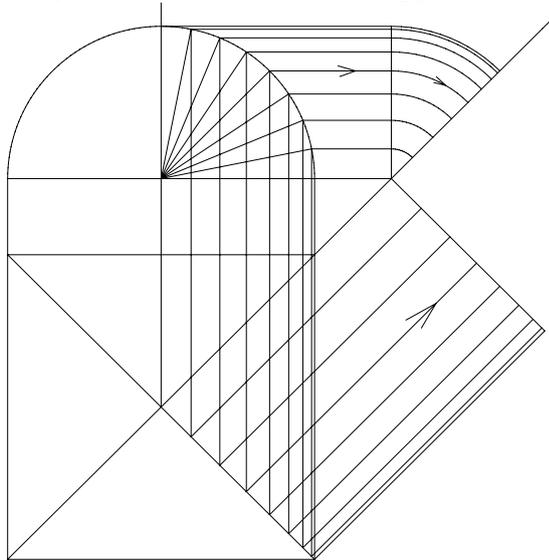
Sur l'élévation, à l'aide des cordes, nous divisons une portion de cercle en huit parties égales, et depuis la vue en plan, nous projetons perpendiculairement par des génératrices les points extrêmes de l'arête à développer vers la ligne de sol de l'élévation (de la même manière que pour l'exercice précédent, de la pyramide), afin de déterminer le point de rabattement.



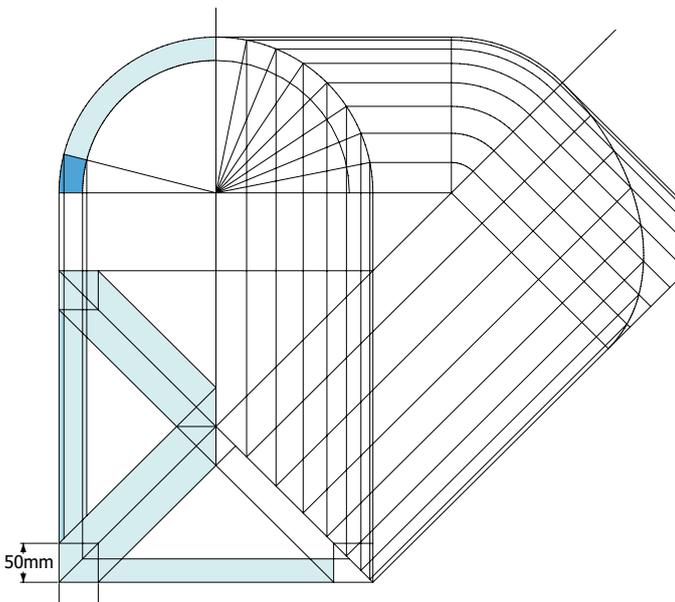
Nous projetons maintenant perpendiculairement à la ligne de sol tous les points de division de l'arc de cercle de l'élévation vers l'arête vue en plan. Puis nous projetons ces nouveaux points perpendiculairement depuis l'arête en plan vers la ligne de sol, base de la construction du développement en vraie grandeur.



Par des lignes de niveaux, nous projetons les points de division du cintre en élévation vers la hauteur du dôme retracée à l'aplomb du point de rabattement. Au compas, nous rabattons ensuite ces points vers la hauteur du développement.

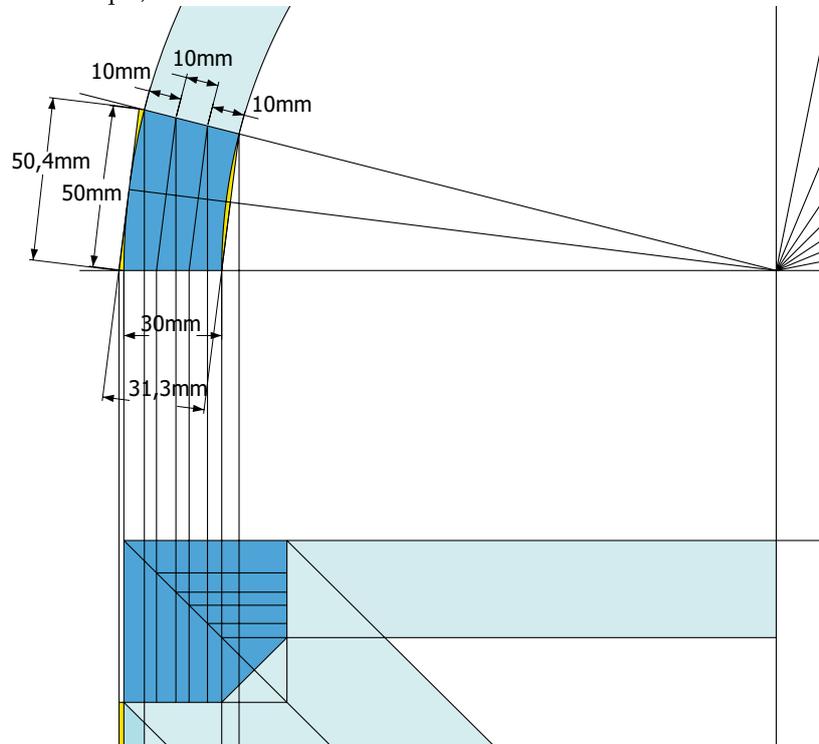


En traçant les lignes de niveaux rabattues, vers les génératrices venant de la vue en plan, aux points d'intersections, à l'aide d'une cerce ou d'un pistolet de dessin, nous traçons l'arête courbe développée en vraie grandeur de l'arêtier cintré. Nous traçons alors



les emprunts désirés, à savoir l'épaisseur de bois des traverses (ici 30 mm) au compas parallèlement au cintre extérieur, puis nous traçons la section désirée de la traverse basse. Et enfin les bois en plan, les traverses vues de dessus et nous plaçons les arêtiers grâce à la largeur désirée au niveau de l'empreinte au sol.

Le détail du schéma illustre le tracé de section d'une traverse sur un plan cintré, en se servant de l'axe principal et des cordes. Pour l'exercice, nous avons donc une épaisseur de 30 mm et une face de bois vue de 50 mm finie, mais dans un plan cintré ! Donc en traçant une tangente perpendiculaire à l'extérieur et une corde à l'intérieur, nous obtenons la section droite à corroyer incluant le cintre fini de la face, soit ici une section de 50,4 mm x 31,3 mm. Dans la pratique, on arrondira à 51 mm x 32 mm, car cela n'aura pas d'incidence à la présentation des bois sur l'épure pour les tracer. Enfin, sur cette section, nous pouvons placer l'assemblage désiré (ici tenon et mortaise classique).



Pour terminer notre épure (schéma en bas de la page suivante), nous devons enfin tracer géométriquement l'élément d'arêtier cintré en vraie grandeur, pour déterminer le débit et le traçage des blocs capables de contenir les pièces finies (stéréotomie). En premier lieu, sur la vue en plan, nous traçons les arêtes de chants inférieures qui prennent naissance à l'équerre depuis l'empreinte au sol, induites par les 30 mm d'épaisseur des traverses, et se terminent à l'apex dans une logique d'aplomb de 30 mm par rapport aux faces arrivant ici dans une logique de niveau ou les trois arêtes se confondent (ici, l'arêtier cintré complet vu en plan nous donne déjà l'épaisseur du bloc capable : 70,7 mm). Nous traçons maintenant les arêtes supérieures de chants (confondues) sur le développement en vraie grandeur, grâce à la mesure 35,4 mm des faces de 50 mm projetées biaisées depuis l'empreinte au sol de la vue en plan, puis en reportant cette mesure sur chaque niveau de la courbe de l'arête principale. Avec une cerce ou un pistolet de dessin, nous relient tous ces nouveaux points, et en utilisant un ombrage ou une couleur, nous matérialisons les faces confondues entre cette nouvelle arête et l'arête principale.

# Travaux pratiques d'initiation au trait

Nous projetons depuis l'élévation et rabattons vers le développement en vraie grandeur tous les points d'arêtes inférieures afin de matérialiser par des droites tous les niveaux inférieurs utiles à la construction. Enfin, en projetant depuis l'arête inférieure vue en élévation tous les points de division vers l'arête de chant inférieure vue en plan, puis en projetant ces nouveaux points vers le développement en vraie grandeur sur les niveaux inférieurs réciproques, nous obtenons toutes les intersections pour tracer, à la cerce ou au pistolet de dessin, la courbe inférieure matérialisant les deux arêtes de chants confondues de la pièce tracée géométralement.

Sur toutes les arêtes maintenant tracées en vraies grandeurs, nous pouvons à l'aide des projections venant de la vue en plan, tracer et matérialiser aux intersections la coupe d'aplomb du croisillon d'assemblage de l'apex. Nous finalisons alors le dessin, pour en faciliter la lecture, en traçant les divisions rayonnantes déformées par le développement sur les chants de la vue géométrale de l'arétier. En traçant tangent aux extrémités de la pièce des droites parallèles et perpendiculaires, nous obtenons la longueur et la largeur du bloc capable (ici 346,3 x 98 mm). Sur le schéma, j'ai aussi tracé pour exemple la moitié du développement de la face à plat et sa rainure, dans le cas d'un panneau en dérivé bois (MDF, contreplaqué...) à découper et plier en forme.

## Traçage et façonnage des arétiers

(illustration en haut de la page suivante) :

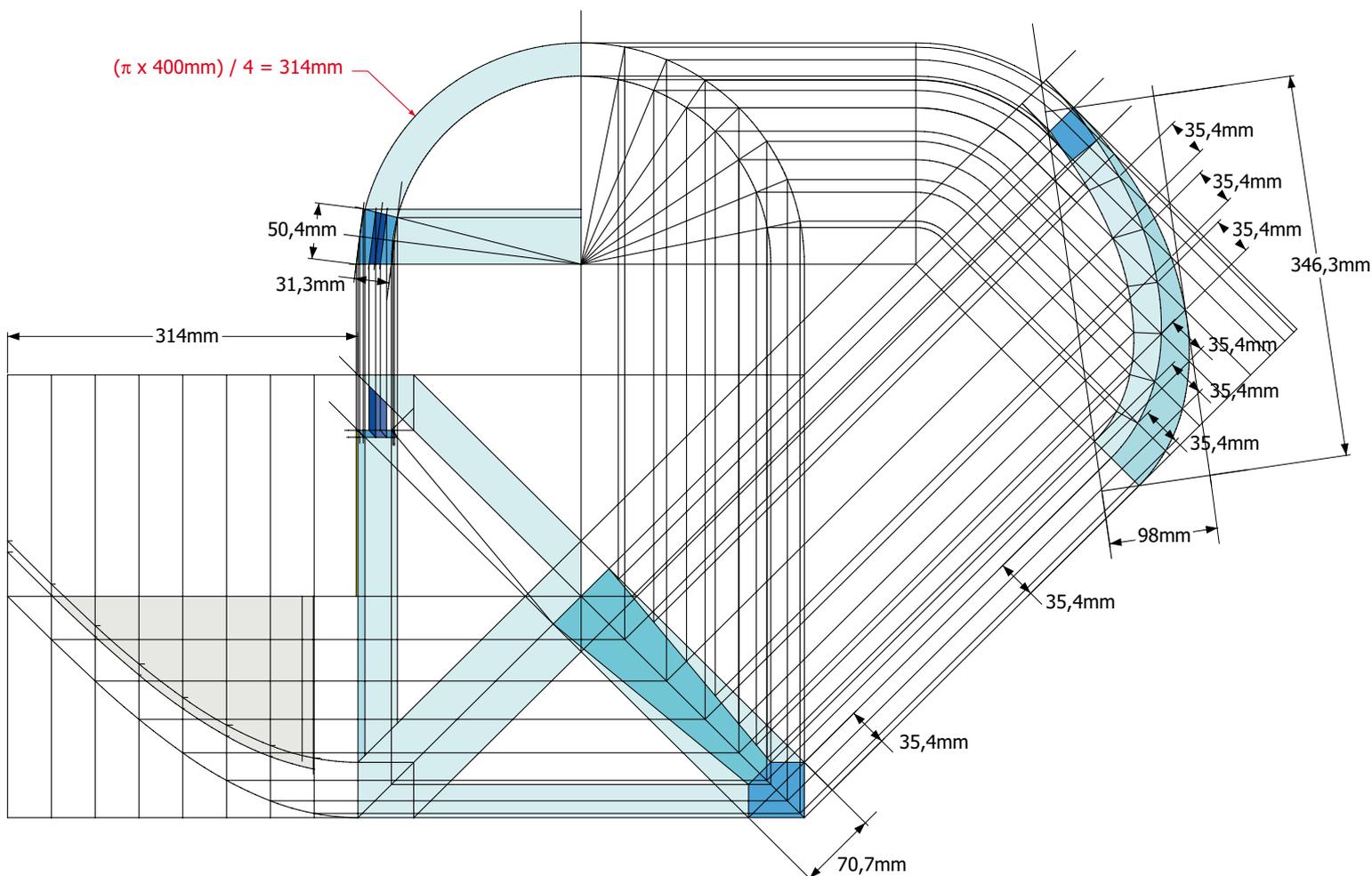
Depuis l'épure, c'est assez simple à comprendre, mais le traçage et le façonnage des arétiers demandent de la rigueur et de la précision. En effet, le bloc capable ne doit absolument pas

bougner pendant le relevé des points depuis l'épure (on parle de « piquage »), et il faut bien veiller à identifier tous les points et leurs génératrices à l'aide de numéros et des lettres (chose que je ne fais pas ici pour ne pas surcharger les dessins explicatifs).

La première opération est de positionner le solide capable sur son emplacement. Puis, à l'aide d'une pièce carrée (équerre sans talon), de remonter les génératrices horizontales et verticales sur tous les chants et bouts de la pièce, et de les nommer si besoin. Ensuite, nous traçons la face du solide capable en reliant les génératrices réciproques d'un chant à l'autre et d'un bout à l'autre. Et enfin, aux intersections, à la cerce ou au pistolet de dessin, nous traçons les courbes. Une autre technique, traditionnelle, est ici envisageable : utiliser un « compagnon de traçage », qui est une règle contre-calée à l'épaisseur du bloc à tracer, et qui permet de piquer les lignes génératrices directement sur la face depuis l'épure, ce qui fait gagner beaucoup en temps et en précision (cet outil est notamment utilisé dans le tracé d'escaliers).

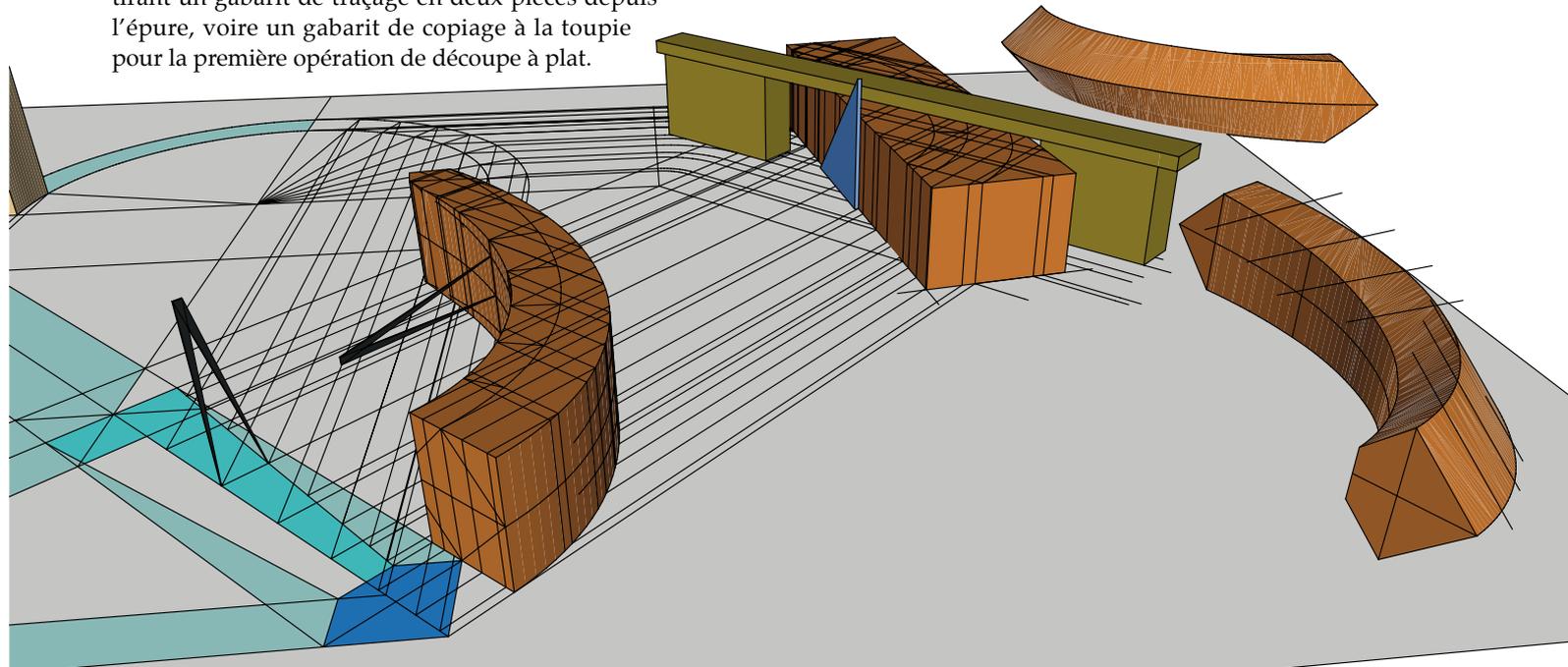
Après avoir chantourné et calibré le profil courbe de la pièce, nous retournons à l'épure pour tracer les lignes de chants de la nouvelle face courbe inférieure, en remontant les génératrices utiles. Depuis l'axe de la pièce, avec un compas, nous reportons les points de courbes pris sur la vue en plan. Enfin aux intersections, nous traçons à la cerce les arêtes de chants inférieures.

Le façonnage proprement dit se fait ensuite par sciage, au ciseau à bois, au rabot à débiller, au wastringue, au racloir... en respectant les cinq arêtes du tracé initial ainsi que les logiques droites des lignes de niveaux pour les faces et rayonnantes pour les chants.



**Remarque :** pour des pièces cintrées ou courbes, il est préférable de débiter les pièces dans du bois de fil cintré naturellement, ce que faisaient traditionnellement les anciens pour préserver la solidité en évitant le fil tranché et faire des économies de bois (construction marine, charpente). Dans ce genre de cas, d'ailleurs, on appréciera tout particulièrement l'utilité du compagnon de traçage : quand les chants n'ont pas été calibrés au préalable, il est alors impossible d'effectuer un piquage précis et correct depuis l'épure.

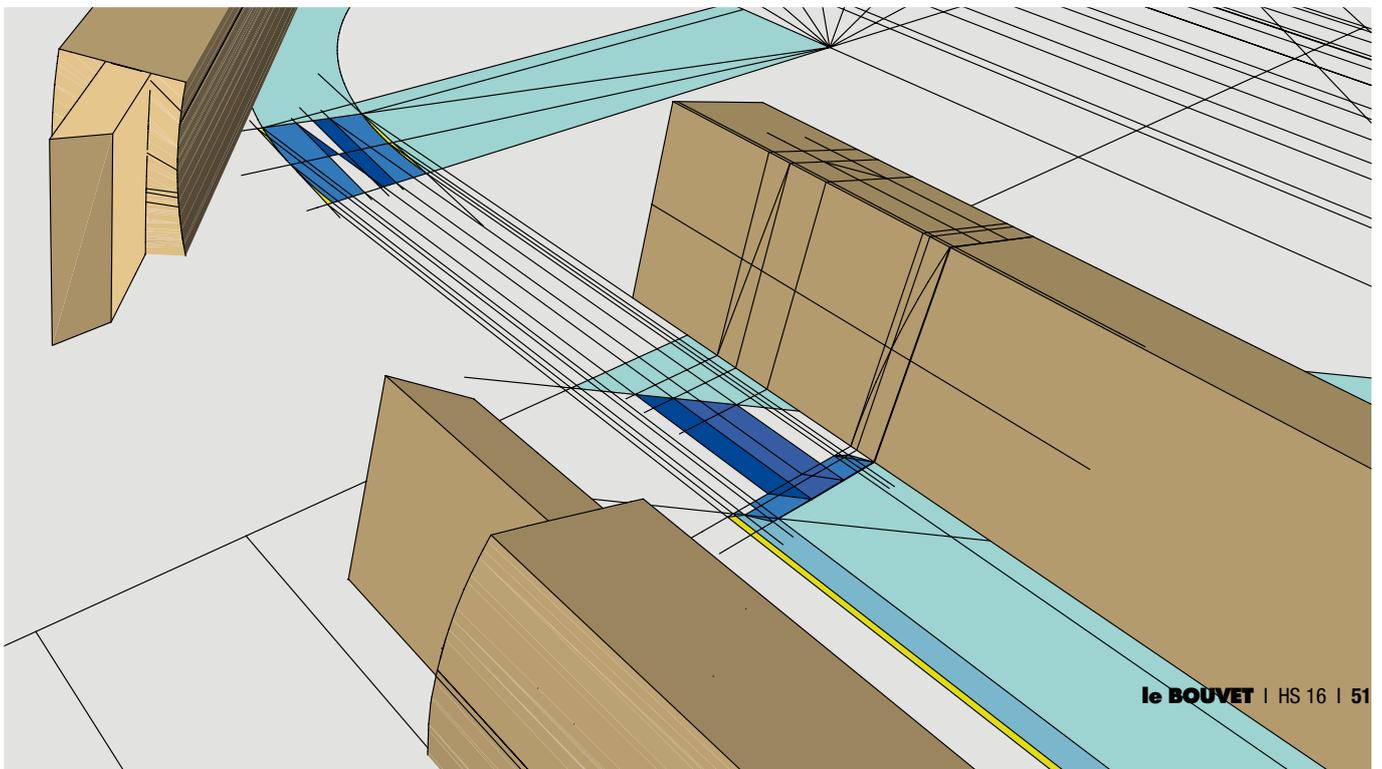
Je viens de résumer ici la méthode traditionnelle de façonnage des arêtiers. Mais une fois aguerri, on peut gagner du temps en tirant un gabarit de traçage en deux pièces depuis l'épure, voire un gabarit de copiage à la toupie pour la première opération de découpe à plat.



#### Traçage et façonnage des traverses (schéma ci-dessous) :

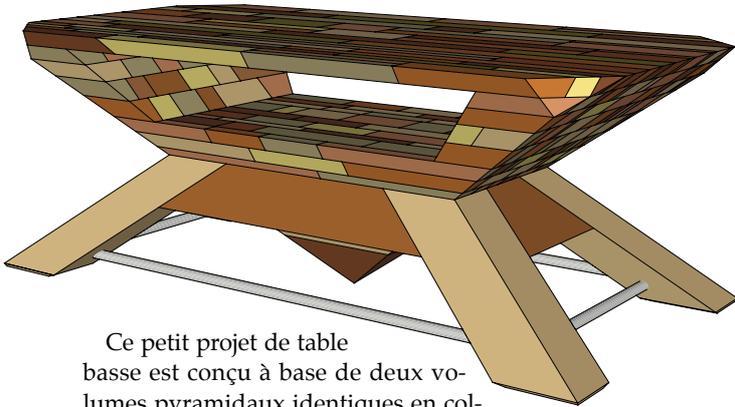
Voyons le cas des traverses. Leur traçage se pratique depuis l'épure par **rembarrement** : on présente le bois corroyé en alignement du tracé d'assemblage en plan, puis on remonte tous les points sur sa face. À l'équerre, nous traçons sur tout le pourtour de la pièce les points relevés, et ensuite nous traçons les coupes, les arasements... en reliant les points d'arêtes donnés par les traits d'équerre. Pour l'arasement courbe, il faut se servir du rayon d'axe de la traverse vue par bout en élévation, projeté sur la vue en plan. En effet, ce tracé nous donne trois lignes d'arasement rembarrées sur le bois, donc trois points à relier en courbe : deux points d'arêtes et un point central en traçant l'axe horizontal de la traverse.

Après ajustage des arasements courbes au ciseau à bois, le façonnage creux de la face intérieure se fait en utilisant la technique du profilage de courbes à la scie circulaire stationnaire (vous pourrez trouver des explications sur cette technique dans *Le Bouvet* n°186 et dans le dernier chapitre de ce hors-série, où elle est abordée par Samuel). Le façonnage bombé se fait au rabot au moment de l'affleurage de parties montées.



# Travaux pratiques d'initiation au trait

## TABLE BASSE EN ARÊTIER DROIT SUR PLAN RECTANGLE

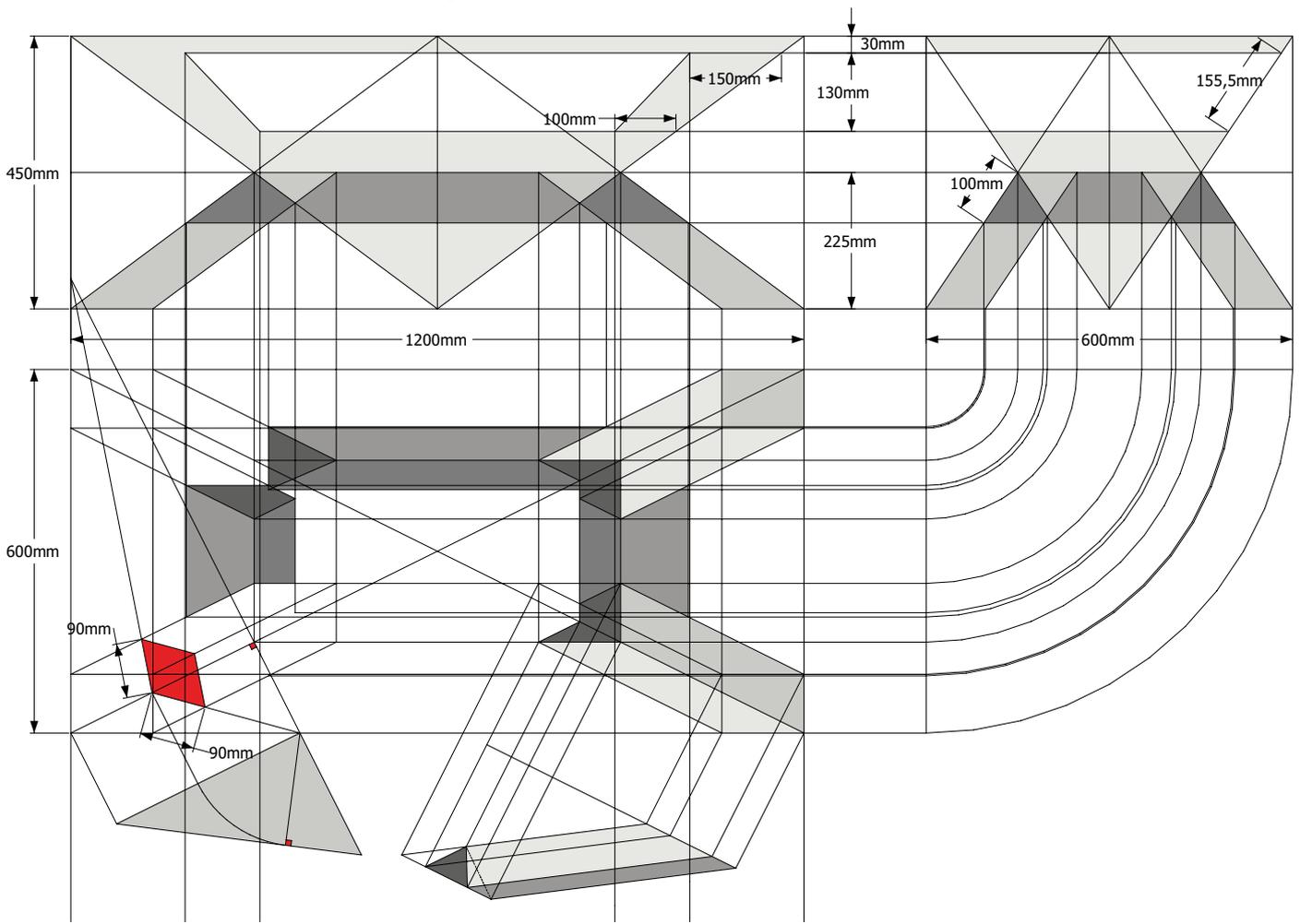
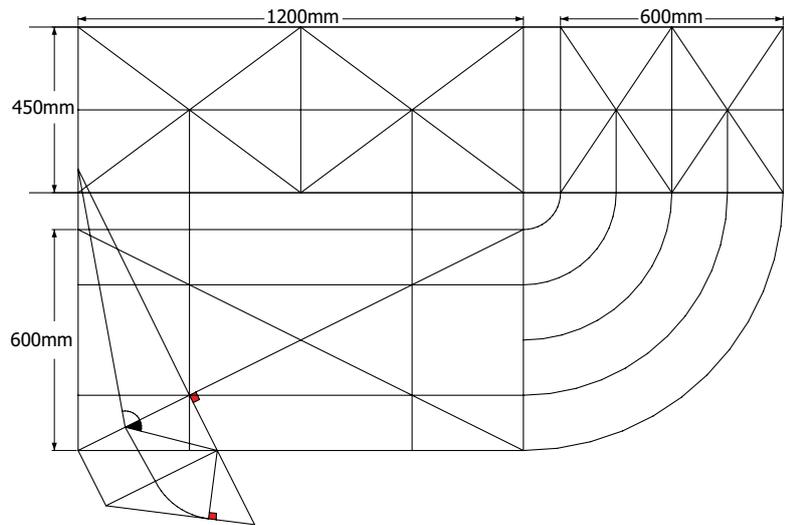


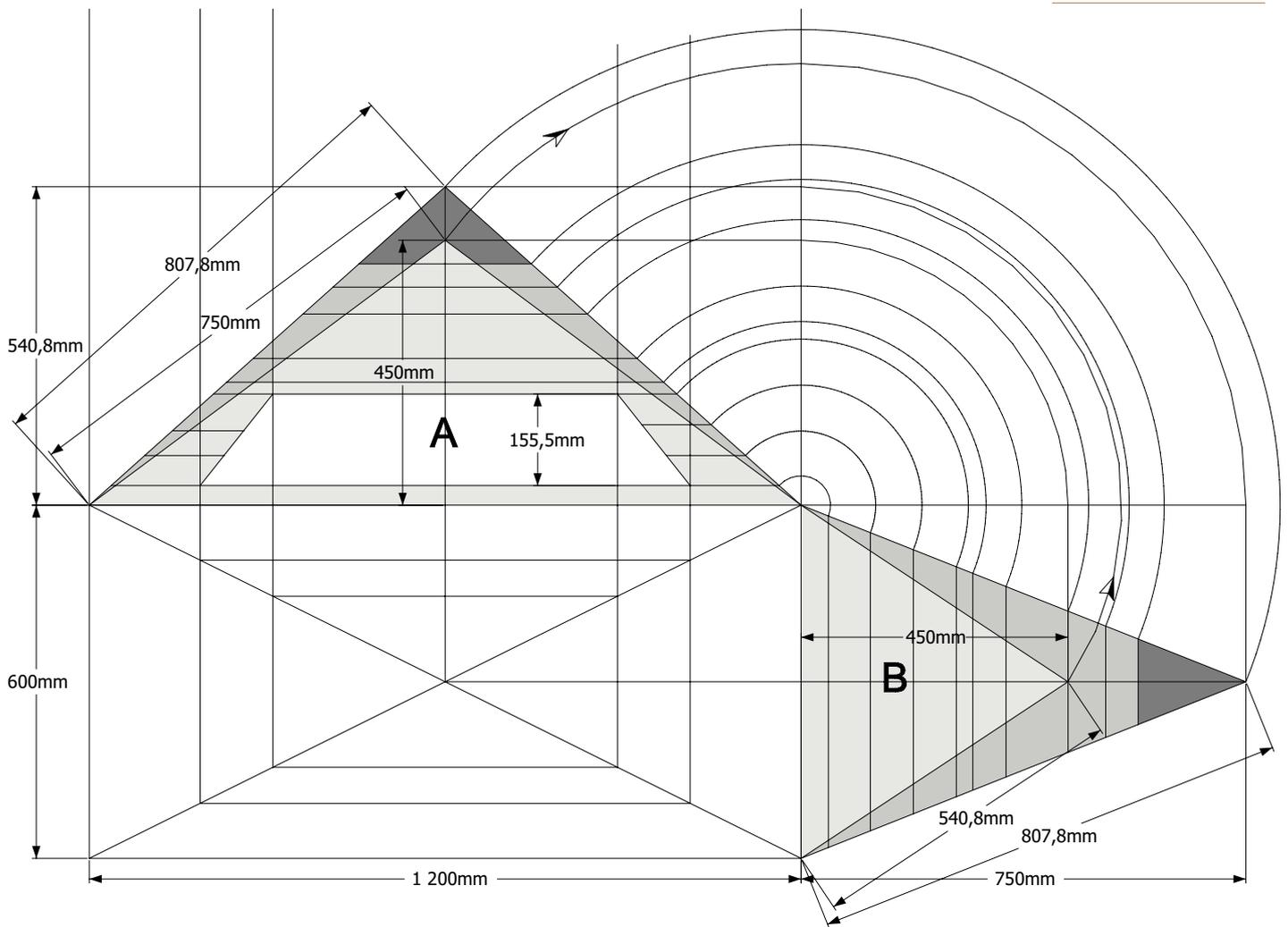
Ce petit projet de table basse est conçu à base de deux volumes pyramidaux identiques en collision réciproque, sur un même axe ! Un piétement assemblé en arêtier classique et tiges métalliques, sur lequel un bloc pyramidal inversé, nanti d'une niche, sert de plateau. Ce bloc est en bois massif reconstitué, collé en empilement à partir de menues chutes de bois multiples et aléatoires (en feuillus de dureté équivalente : chêne, frêne, merisier, noyer, bois exotique...). Bien sûr, cette description précise est un exemple que vous pouvez adapter à vos matériaux : le principe restera le même.

Le tracé de l'épure ci-dessous représente le projet complet, sachant que nous pourrions très bien n'en tracer que la moitié. La mise en place se complique un peu par rapport à l'exercice de la pyramide sur plan carré car ici, nous sommes sur un plan rectangulaire. Donc, nous avons toujours une vue en plan et une élévation orthogonale, mais nous avons aussi besoin d'une vue de côté orthogonale, les versants étant différents ! Le but : avoir toutes les vues nécessaires, et pouvoir visualiser

tous les bois et leurs correspondances. Car pour un résultat correct, il faut faire des compromis ! Par exemple, j'ai décidé ici que toutes les traverses s'aligneront sur un même niveau aux chants inférieurs, ce qui induit des vues par bouts de sections très différentes. Cela résume bien l'apprentissage de l'art du trait par une réflexion en trois dimensions et le travail personnel à fournir. Ici, nous ne pouvons que donner les bases.

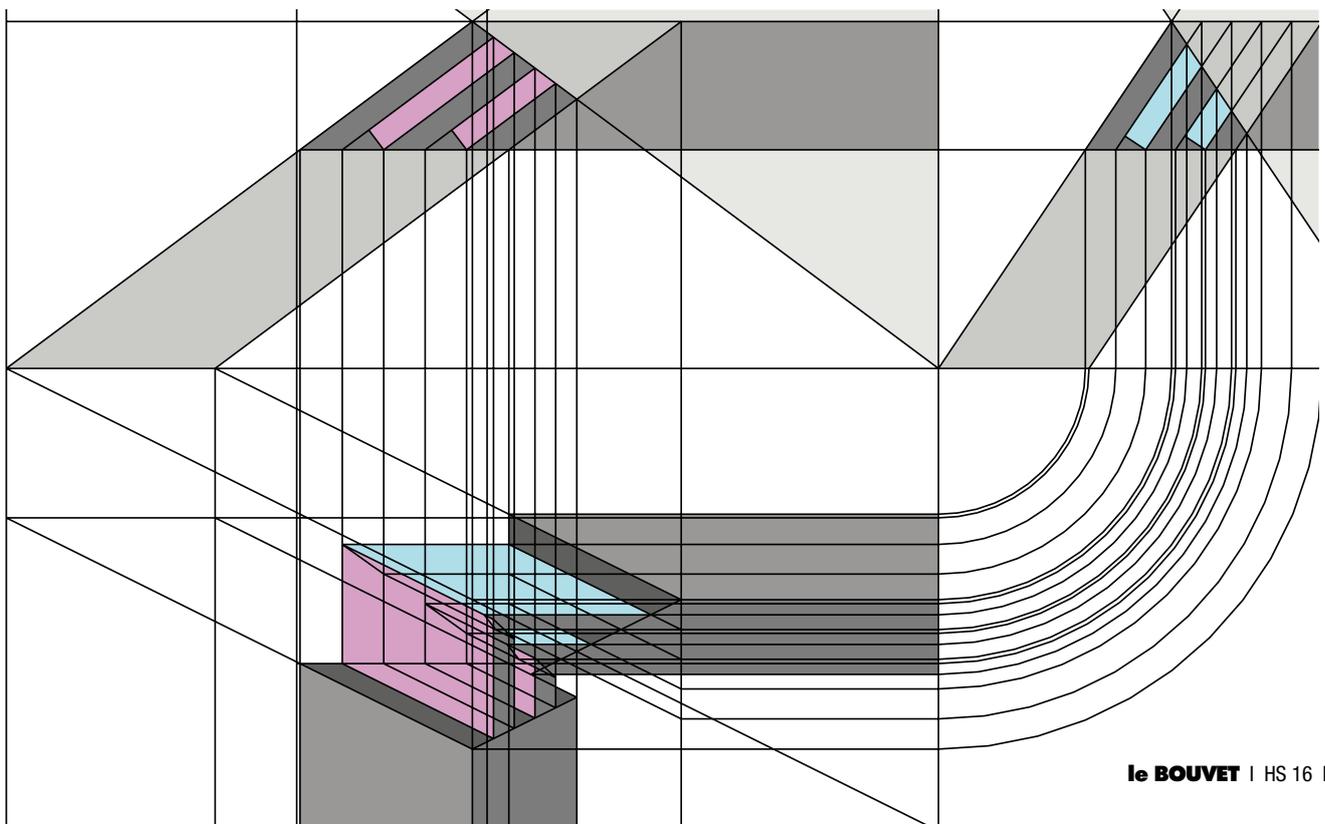
Voici un modèle d'organisation de l'épure, avec cotes et angle de corroyage tracés. La mise en page n'est pas figée. Malgré un cahier des charges commun, elle sera inévitablement différente selon chaque dessinateur et au vu des multiples possibilités offertes par ce type de dessin. Cet exercice sur un plan rectangle est parfait pour illustrer le mode de rabattement des points sur plusieurs vues simultanément et faire ressentir toute l'utilité de l'art du trait !





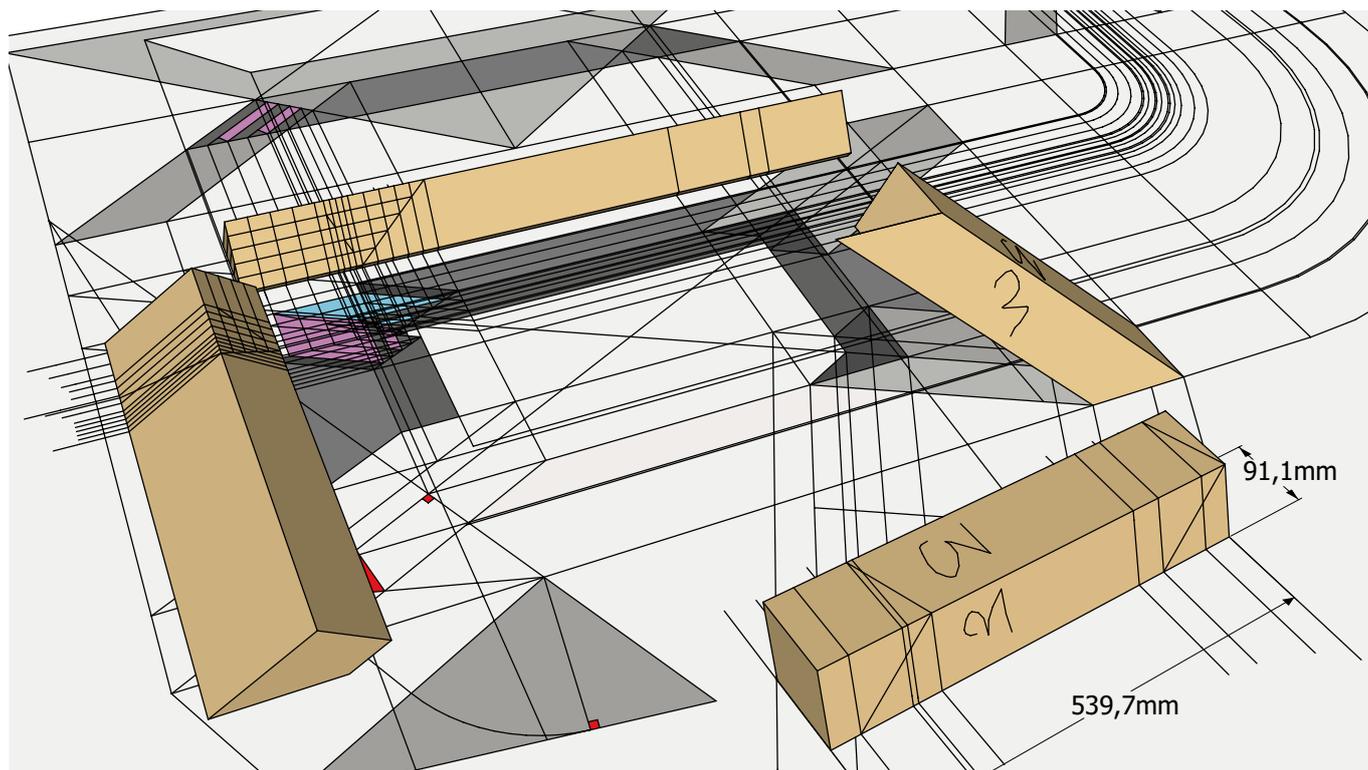
Le développement du « bloc plateau » permet d'obtenir les faces en vraies grandeurs. En partant des faces vues frontalement depuis les deux vues, et en rabattant au compas l'emprunt de l'élévation (A) vers la vue de côté (B), et vice versa (flèches), nous pouvons tracer les faces en vraies grandeurs ainsi que le détail des niveaux de bois reconstitué, ou prendre les cotes justes si nous voulons faire un caisson ou autres (schéma ci-dessus).

Le schéma ci-dessous représente le tracé sur l'épure d'assemblages traditionnels en double tenons mortaises. Le principe se laisse bien deviner (j'ai volontairement sectionné le dessin par souci de clarté, tout en préservant les raccords générateurs). Le tracé des assemblages sur épure est facultatif (on les trace le plus souvent en direct sur les pièces de bois après avoir piqué les arasements, mais cela reste un exercice incontournable d'apprentissage !).

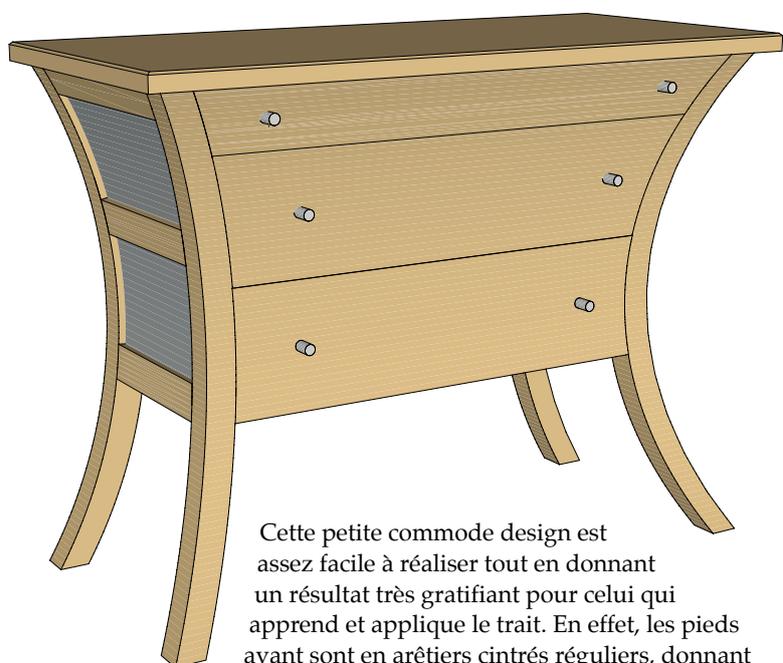


# Travaux pratiques d'initiation au trait

Voyez enfin ci-dessous une vue d'ensemble des bois placés sur l'épure pour les tracés et vérifications utiles.



## COMMODE DESIGN EN ARÊTIER CINTRÉ RÉGULIER



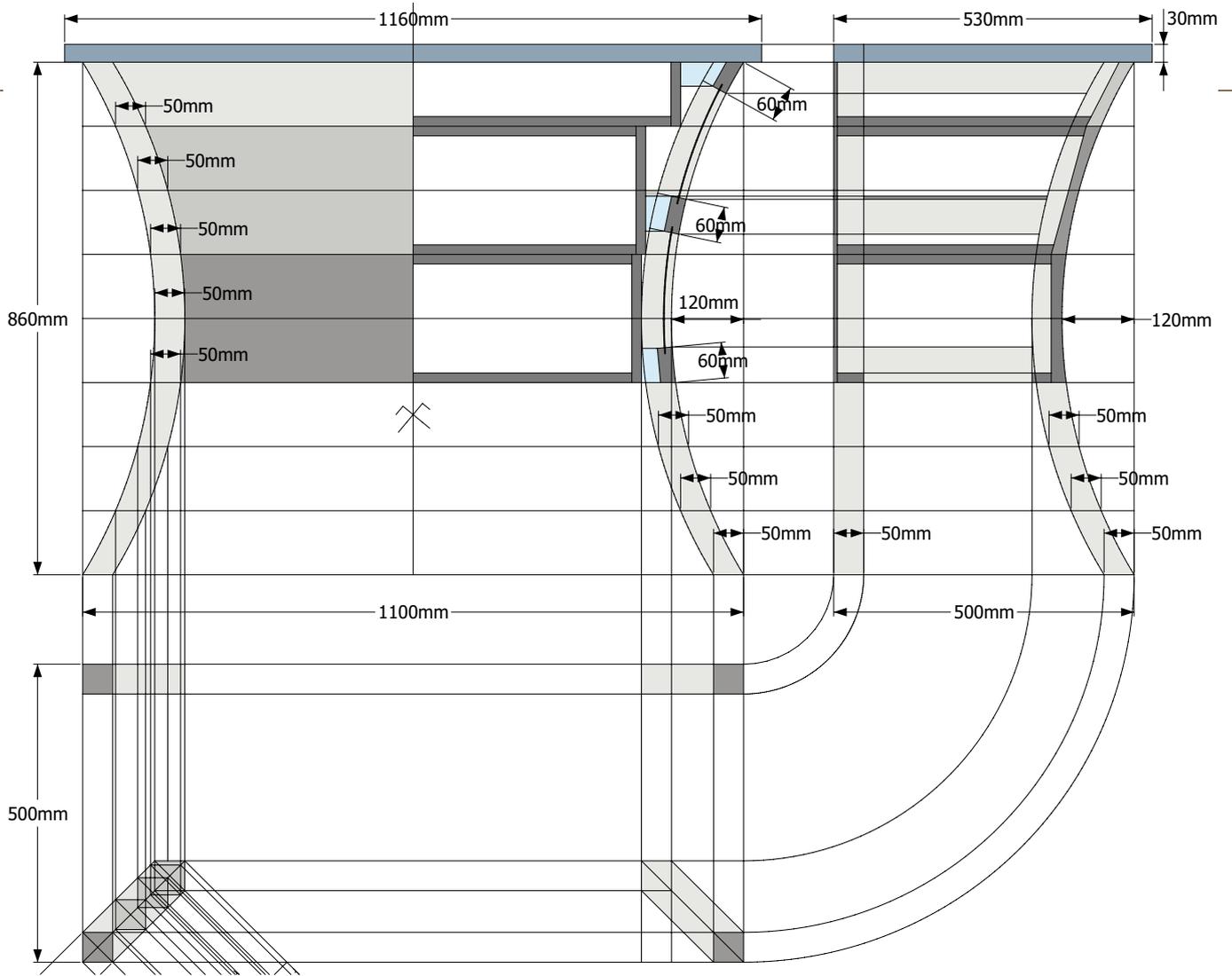
Cette petite commode design est assez facile à réaliser tout en donnant un résultat très gratifiant pour celui qui apprend et applique le trait. En effet, les pieds avant sont en arêtiers cintrés réguliers, donnant un galbe intéressant ! On peut aisément décliner

son principe en chevet, console, chiffonnier... Je l'ai conçue en bois massif, à l'extérieur, et en panneaux dérivés sous forme de caissons et tiroirs à l'intérieur. Les panneaux des côtés sont en tôle métallique pliée en rainure, ce qui permet de travailler sur un développement. On pourrait réaliser les panneaux en bois cintrés à la vapeur, en massif, en lamellé, en stratifié de couleur... Notre but, ici, reste évidemment l'étude du trait : la construction finale vous appartient.

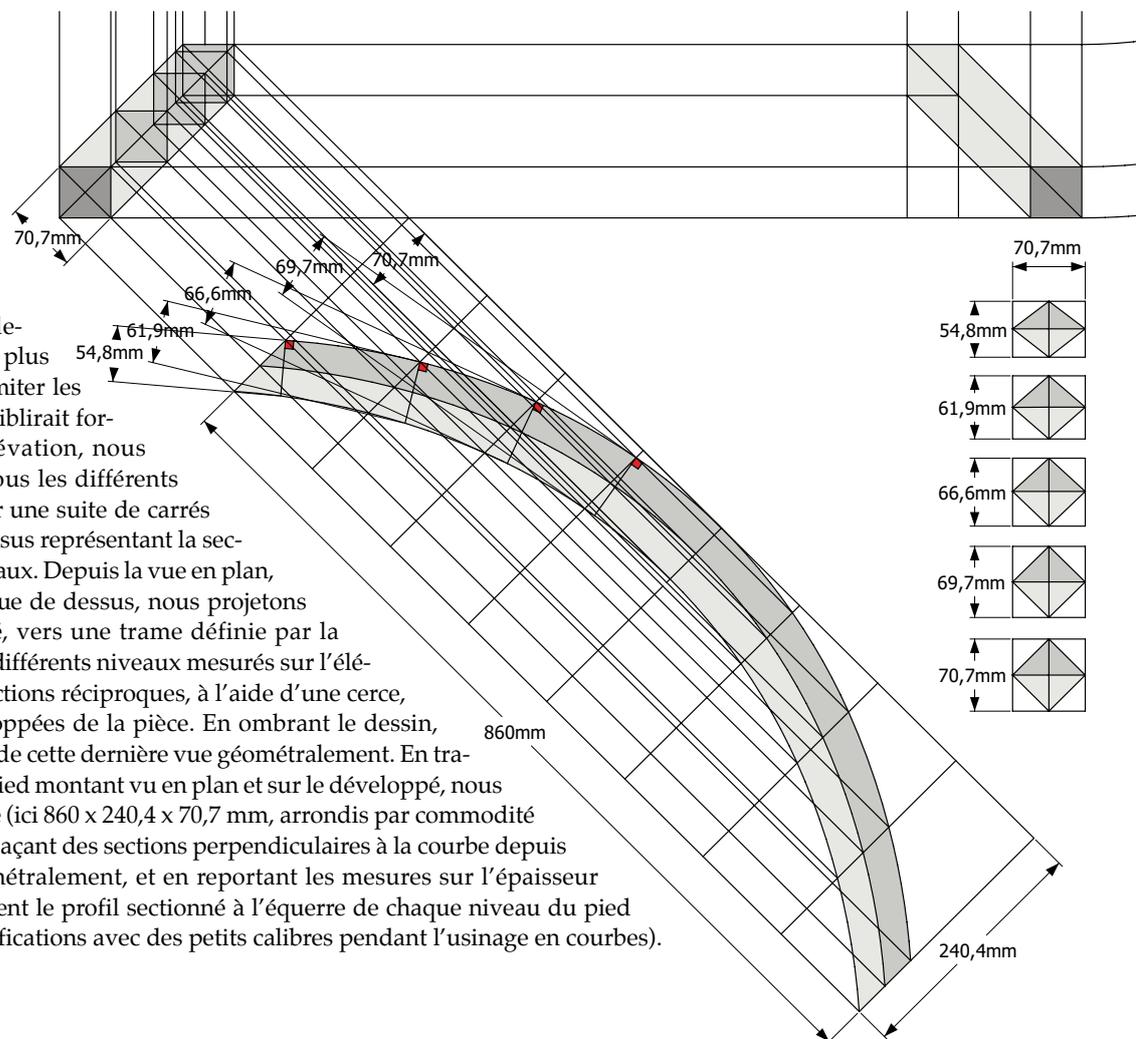
Au niveau où nous en sommes de la découverte et de l'apprentissage du trait, il n'est normalement plus besoin de présenter la mise en page de base pour l'arêtier. Concentrons-nous sur **l'épure complète** ! Après avoir tracé orthogonalement les profils de l'élévation, de la vue de côté et de la vue en plan par génératrices, nous devons tracer les emprunts des pied-montants (schéma page suivante). Petite facilité ici : on peut éviter de faire un développement primaire compliqué, pour avoir néanmoins un beau résultat final en termes de bois vus finis, et une constance assez régulière des faces courbes d'arêtiers. Une fois les cintres externes tracés au compas, nous divisons la hauteur en huit par des lignes de niveaux égales (neuf dans notre cas). Sur chacune de ces hauteurs de niveaux, nous traçons horizontalement la largeur de bois désirée du projet (50 mm). Elle résulte ici d'une seconde courbe non parallèle, à tracer à la cerce, qui matérialise les faces des pieds montant vus orthogonalement.

Au final, sur la vue en plan, nous apercevons une suite de carrés décalés superposés, correspondant tous à l'empreinte au sol, ainsi qu'à celle d'arrivée, sur chaque ligne de niveaux en plan. Pour mémoire, les pieds montants arrière seront chantournés au même profil que vu de face frontalement.

Enfin, nous traçons sur l'élévation et la vue de côté toutes les informations utiles à la construction de l'ouvrage (traverses et panneaux sur les emprunts, caissons et façades pour les tiroirs, plateau... À la lecture de l'épure, vous pouvez voir que j'ai coupé en deux l'élévation à l'axe afin de matérialiser les faces de tiroirs.



Vient le moment de tracer le **développement en vraie grandeur utile**, pour le façonnage des deux pieds montants en arêtiers cintrés en courbes dans l'espace. Ils vont déterminer le débit des pièces capables, et permettre ultérieurement de les tracer précisément. Et/ou d'en tirer un gabarit qui permettra, dans un plateau de bois naturellement courbe, de choisir le bois le plus adapté (c'est préférable pour limiter les chutes et le bois tranché qui affaiblirait fortement les pièces). Depuis l'élévation, nous projetons vers la vue en plan tous les différents niveaux, ce qui permet de tracer une suite de carrés superposés et décalés vus de dessus représentant la section du pied à ces différents niveaux. Depuis la vue en plan, perpendiculairement à l'arête vue de dessus, nous projetons tous les points de chaque carré, vers une trame définie par la hauteur du pied-montant et les différents niveaux mesurés sur l'élévation orthogonale. Aux intersections réciproques, à l'aide d'une cerce, nous traçons les courbes développées de la pièce. En ombrant le dessin, nous obtenons la représentation de cette dernière vue géométrale. En traçant tangent aux extrémités du pied montant vu en plan et sur le développé, nous obtenons les mesures du capable (ici 860 x 240,4 x 70,7 mm, arrondis par commodité à 900 x 241 x 71 mm). Enfin, en traçant des sections perpendiculaires à la courbe depuis les différents niveaux vus géométralement, et en reportant les mesures sur l'épaisseur du bloc, par diagonales, on obtient le profil sectionné à l'équerre de chaque niveau du pied montant (pratique pour des vérifications avec des petits calibres pendant l'usinage en courbes).

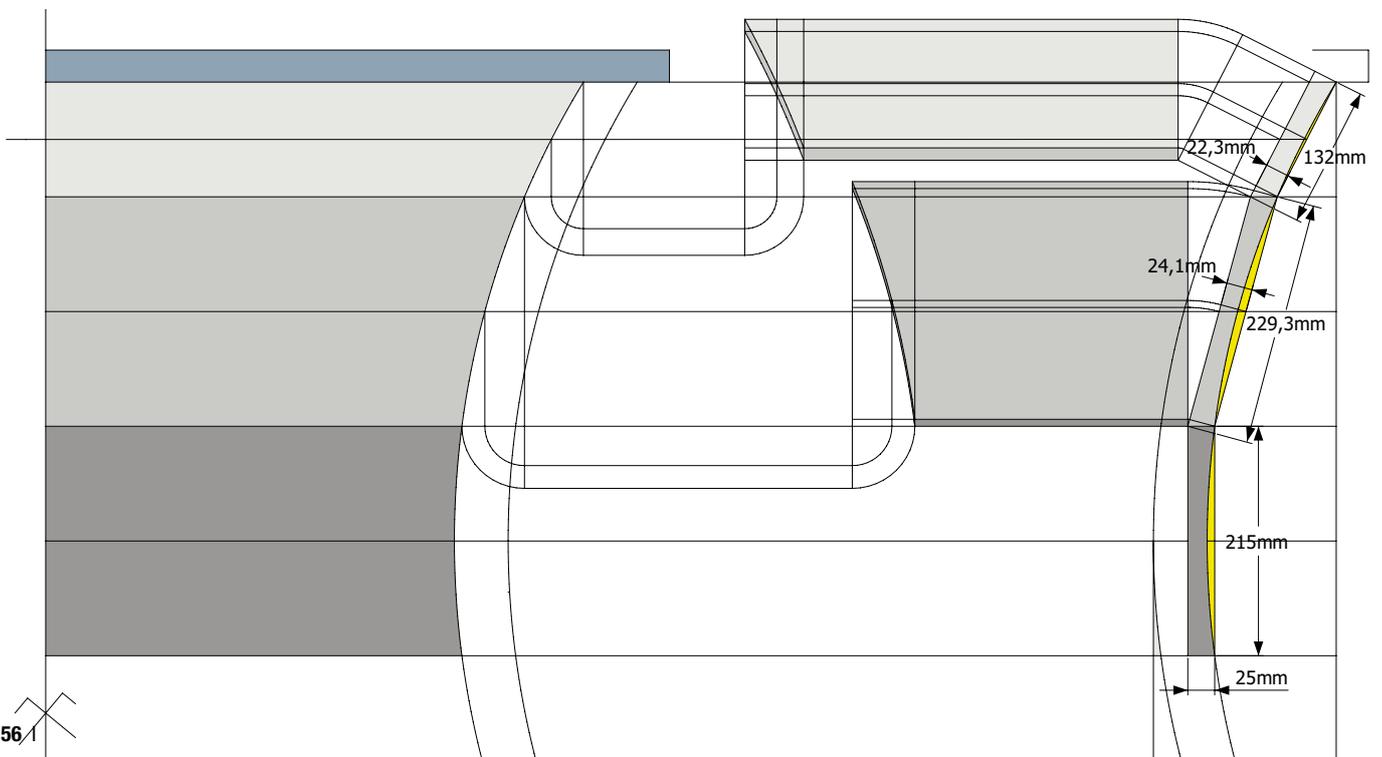
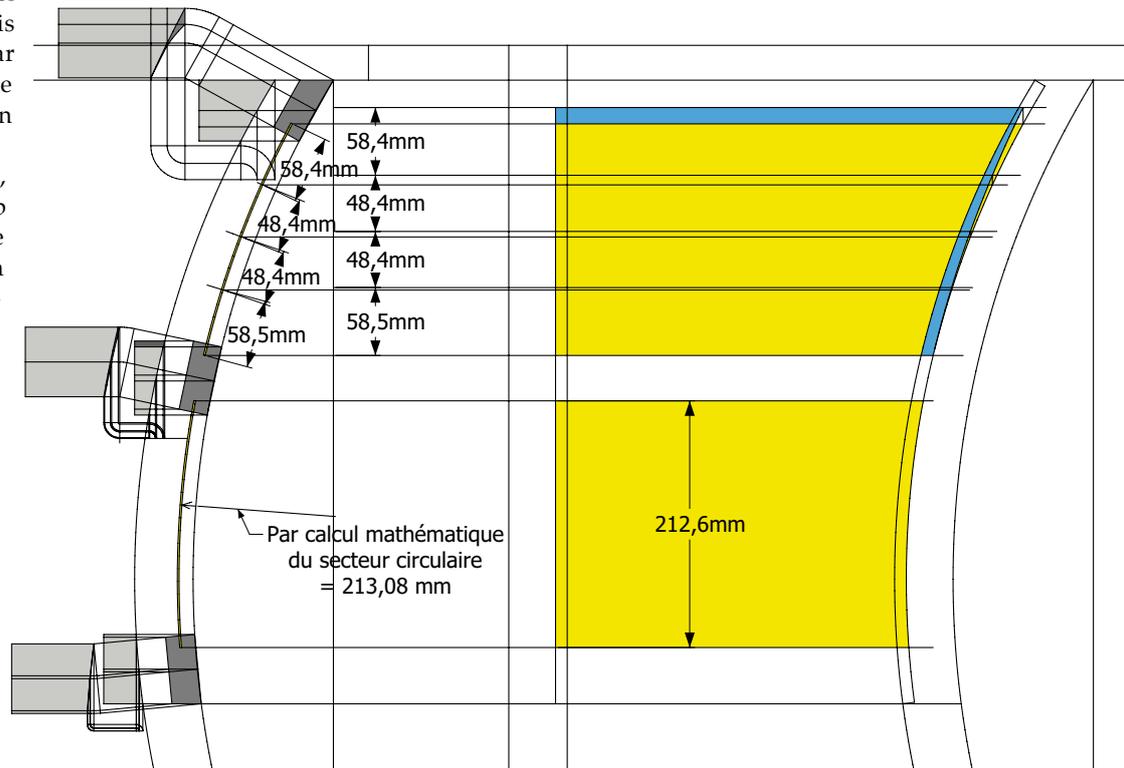


# Travaux pratiques d'initiation au trait

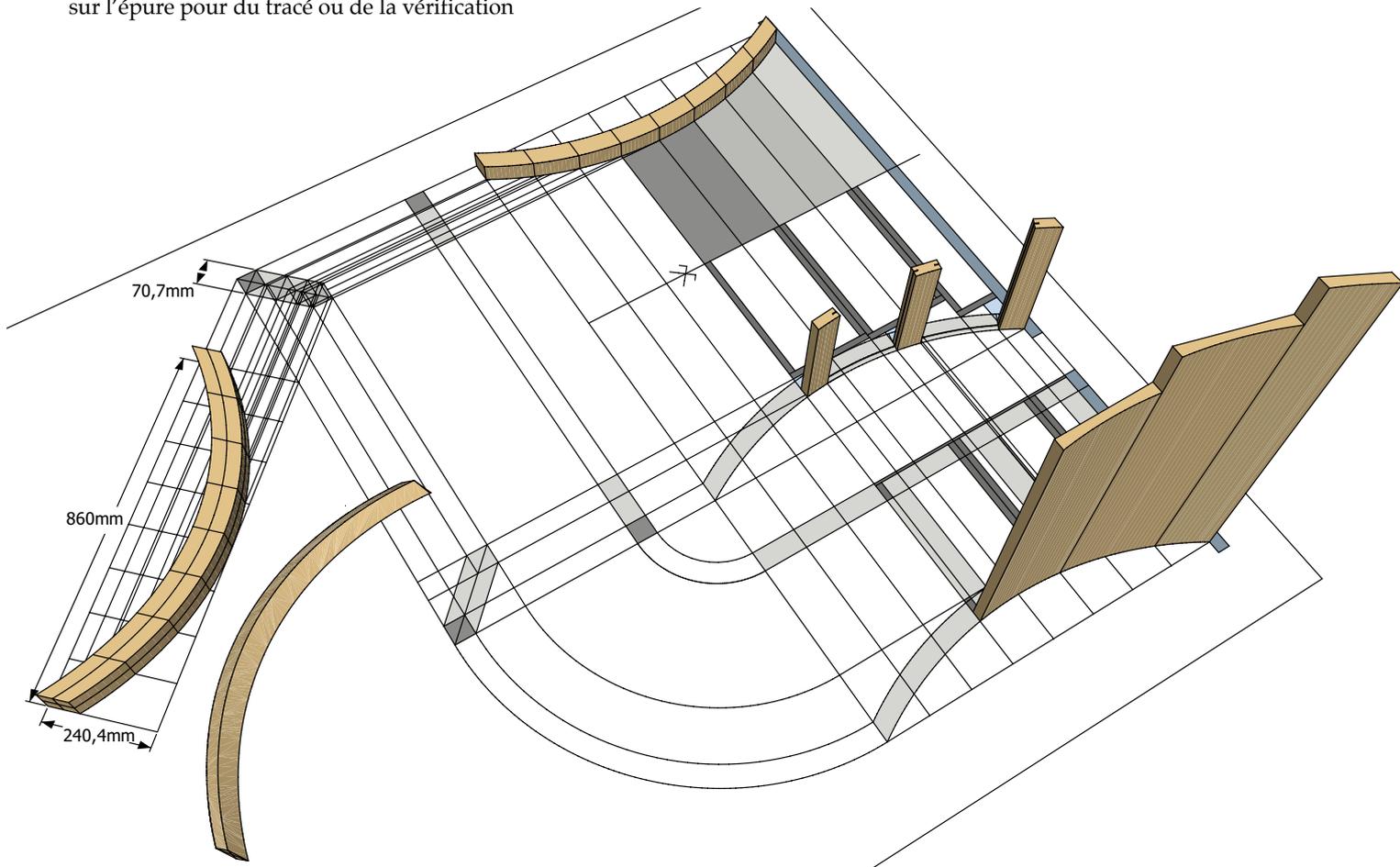
Le tracé d'épure secondaire pour les façades de tiroirs de sections cintrées est un dessin géométral frontal, permettant techniquement de tracer la découpe courbe et biaise de leurs extrémités. En effet, chacune des façades est différente en fonction de son emplacement dans l'ouvrage global. La vue par bouts sur l'emprunt de la vue de côté permet déjà d'avoir les sections capables à corroyer, ainsi que leurs profils finaux une fois les faces creusées. Tandis que leur longueur peut être relevée sur l'élévation. La première opération consiste à redresser frontalement les façades en position d'aplomb depuis l'emprunt de la vue de côté. Pour cela, nous projetons et redressons d'aplomb tous les points extrêmes perpendiculairement aux cordes tracées de chaque pièce (en jaune sur le dessin), ainsi qu'un trait d'axe pour chacune, projeté depuis l'élévation vers la vue de côté (en effet il faudra trois points pour tracer les courbures « déformées en vrais profils » des coupes). Puis par des fuyantes, nous amorçons le traçage des façades redressées en vraies grandeurs.

Ensuite (schéma ci-dessous), en traçant des lignes d'aplomb aux extrémités et aux axes de chacune des façades vues en élévation, nous pouvons rabattre (ou mesurer) les points réciproques sur les fuyantes horizontales venant de la vue de côté, tracées précédemment. Aux intersections, avec une cerce, nous traçons les courbes en vraies grandeurs des découpes à exécuter. Notez que la façade de tiroir basse se trouve dans une position d'aplomb sur l'axe horizontal de la commode : elle n'a donc pas besoin de tracé secondaire car elle est déjà représentée en vraie grandeur.

Comme nous pouvons le voir ci-après, les arasements des traverses se tracent exactement avec le même principe que les façades de tiroirs (j'ai seulement inversé le rabattement (voir aux points de rabattement)). Les panneaux sont quant à eux à développer à plat, le principe étant de fractionner par cordes la vue par bout, de retracer ces cordes grâce à des fuyantes sur la vue de côté, puis de remonter orthogonalement sur ces fuyantes les points extrêmes du panneau vu entier (partie en rainure comprise (en jaune)). Enfin, à la cerce, nous traçons en vraie grandeur le panneau à usiner (en bleu), sachant qu'une fois « plié » dans sa rainure, il aura parfaitement le bon profil aux bonnes mesures. En ce qui concerne le panneau inférieur, dans notre cas la différence calculée est tellement infime qu'un développement n'est pas nécessaire (schéma ci-dessous).

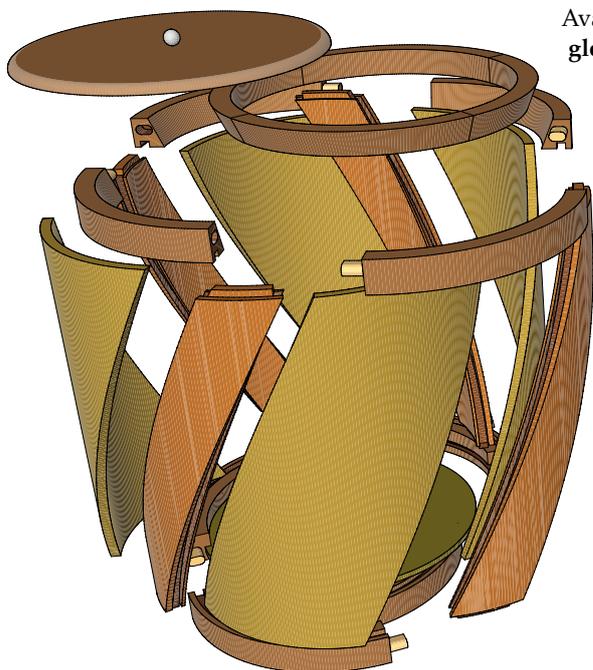


Le schéma ci-dessous représente les bois en position sur l'épure pour du tracé ou de la vérification



## CONTENANT CYLINDRIQUE EN BOIS DÉBILLARDÉS DROITS RAMPANTS

J'ai dessiné il y a quelques années ce petit projet sur une base cylindrique, parfait pour s'initier aux « pièces débillardées » traditionnelles dans des travaux en bois ! Il peut servir de poubelle, de rangement (la ceinture supérieure est annelée coniquement afin de pincer un sac)... Son principe est identique à celui des escaliers de révolution en plan circulaire régulier ! Évidemment, il s'agit d'une base : vous pouvez créer un projet différent ou ajouter des moulures, traverses ou autres.

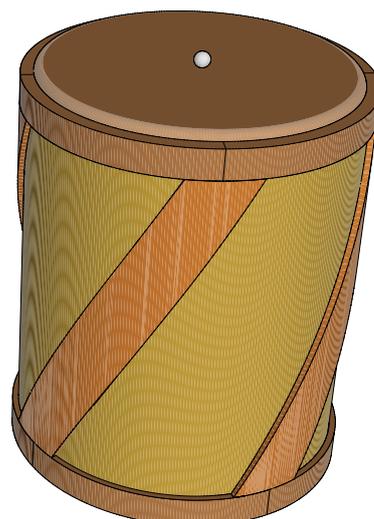


Avant de passer à la pratique pour concevoir des pièces débillardées, **étudions l'épure globale de cet ouvrage** ! Comme nous la découvrons ci-après, elle est réalisée comme un étudiant du métier devrait la produire en cours. C'est-à-dire complète. Le contenant est conçu pour recevoir un sac fixé par pincement d'un anneau conique (voir éclaté de présentation). Dans la pratique – nous le verrons plus loin – un tracé aussi complet est inutile : on ne trace que l'essentiel à l'échelle 1.

**Remarque** : il est possible de réaliser cet exercice à l'échelle  $\frac{1}{2}$ , en divisant par deux les cotes que j'ai fournies.

**Tracé en bas de la page suivante :**

**La vue en plan** : elle est tracée au diamètre du projet, et comporte les épaisseurs des bois des montants débillardés (30 mm), ainsi que la largeur des ceintures (50 mm), et un éventuel panneau. Un secteur circulaire ( $90^\circ$ ) en parallèle du diamètre tracé horizontalement représente un montant débillardé vu de dessus divisé par cordes en huit parties égales. En jaune apparaît l'épaisseur du bloc capable vu de dessus.



# Travaux pratiques d'initiation au trait

**Le développement :** il est tracé partiellement (la moitié suffit), ici à côté de la future élévation géométrale de la pièce, aux mesures du secteur circulaire calculé de la face de parement vue en plan, déployée sur la hauteur du projet. Ceci permet de tracer le montant désiré à plat (100 mm), pour trouver les informations nécessaires pour la suite du tracé de l'épure. À savoir dans notre cas, les hauteurs des coupes d'aplomb virtuelles à reporter par la suite sur l'élévation pour le tracé final des chants débillardés. Enfin sur ce développement à plat, nous pouvons tracer des rainures qui nous indiqueront des informations pour un panneautage plié, lamellé-collé...

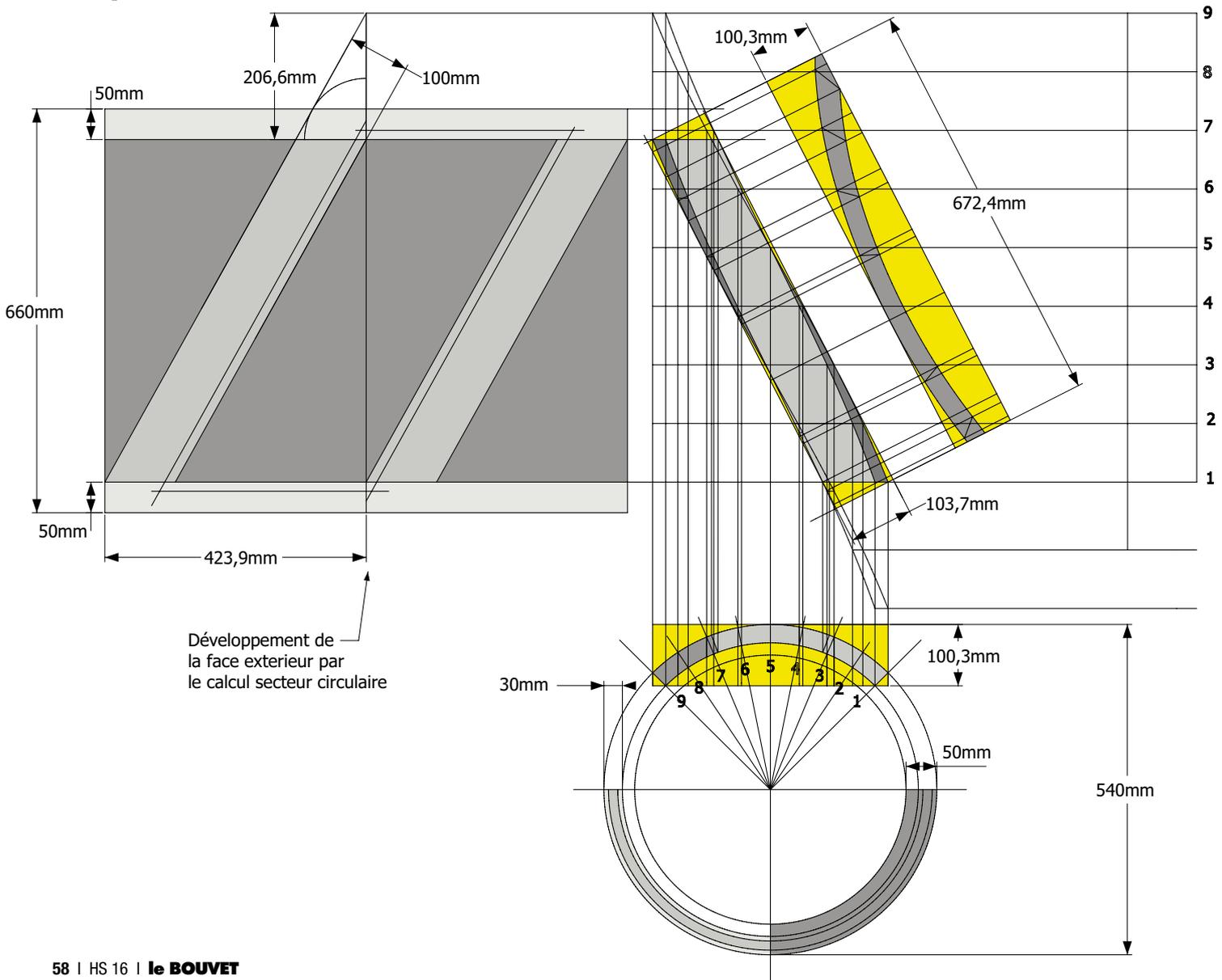
**L'élévation géométrale :** elle est tracée grâce aux informations venant verticalement de la vue en plan et horizontalement du développement, et représente la pièce débillardée finie en perspective. La longueur et la largeur du bloc capable sont délimitées par les parties en jaunes. Logiquement, elle sera redressée depuis la vue en plan avec sa face creuse vue : cela peut être perturbant pour un novice au départ, mais on évite ainsi de la tracer à l'envers sur le bloc capable (dans l'absolu, les pièces de ce genre sont toujours représentées face creuse, ainsi on visualise une majorité d'arêtes vues, qui seraient « cachées en lignes pointillées » en dessinant la face convexe de face). À droite de l'élévation, l'exercice est de tracer le calibre rallongé qui devra être appliqué au tracé final des chants du bloc capable.

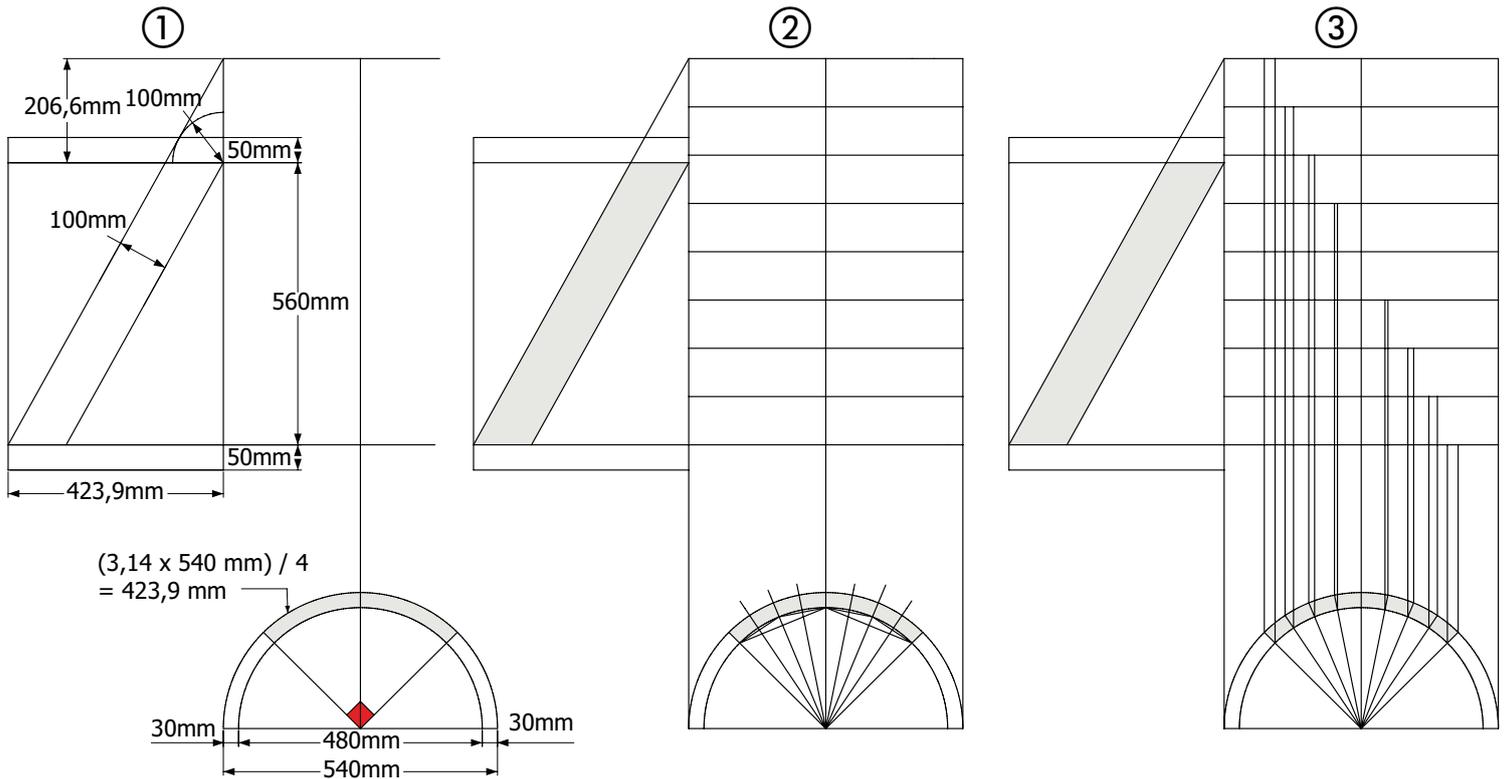
## Tracé d'épure pratique d'une pièce débillardée

Dans un projet de ce type, pour la mise en place de l'épure, nous commençons par tracer la vue en plan circulaire avec l'épaisseur des bois finie (30 mm) (schéma ① page suivante). Ici, la moitié suffit pour y placer une des pièces débillardées par un secteur de 90°. Sur une ligne de sol, nous traçons ensuite le développement utile (la largeur calculée depuis la vue en plan sur la hauteur du projet). Puis nous y traçons le montant désiré vu déployé (ici largeur 100 mm), en le prolongeant jusqu'à matérialiser une coupe virtuelle à l'aplomb de l'extrémité droite du développement, en partie supérieure. Cela va créer une « sur-hauteur » à la vue, qui sera utile pour la suite du tracé (ici 206,6 mm).

Nous devons maintenant diviser régulièrement en secteurs rayonnants, par les cordes, la pièce vue en plan. Puis tracer autant de divisions sur l'emplacement de la future élévation, en prenant en compte la hauteur du montant y compris sa coupe d'aplomb virtuelle (ici 8 divisions) (schéma ② page suivante).

Depuis les divisions rayonnantes vues en plan, nous projetons par génératrices tous les points sur les divisions de niveaux réciproques de l'élévation (schéma ③ page suivante).



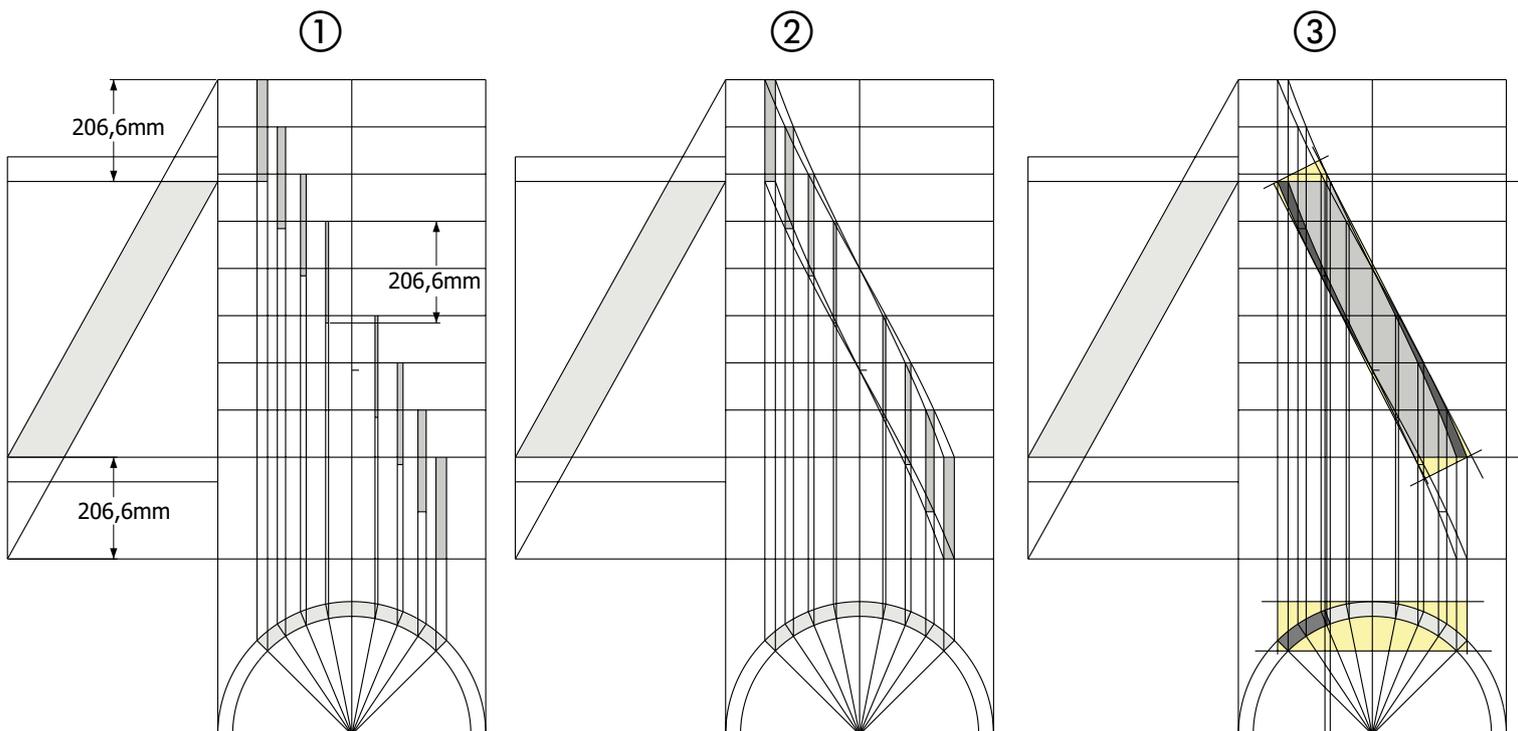


Sur chacune de ces premières génératrices, nous traçons d'aplomb avec un compas la hauteur de la coupe d'aplomb virtuelle matérialisée et mesurée sur le développement.

**Remarque :** pour les novices, il est pratique pour une lecture correcte, de matérialiser en couleur ou ombrage les rectangles verticaux des sections de la pièce ainsi formées (schéma ① ci-dessous).

À l'aide d'une cerce, il suffit maintenant de relier tous les points pour tracer les arêtes courbes du débaillement (schéma ② ci-dessous).

Enfin, nous parachevons cette épure de fabrication, en traçant les coupes réelles du montant et en ombrant ou coloriant les différentes zones, pour visualiser notre pièce tracée géométriquement finie. En traçant des fuyantes parallèles et d'équerre, nous obtenons la longueur et la largeur du bloc capable. Pour une lecture aisée, nous pouvons aussi, projeter sur la vue en plan les points donnés par les coupes réelles du montant représenté en élévation géométrale. Ainsi, nous pourrions visualiser l'empreinte au sol et la coupe supérieure en vue de dessus (schéma ③ ci-dessous).



## Traçage d'un bloc capable depuis l'épure et façonnage des pièces

Avant de découvrir à la fin de cette publication des exemples de taille en situation réelle, je vous propose une analyse de fabrication de ce genre de pièces. **Retenez que le principe de base est le même chaque fois, mais qu'on l'adapte en fonction de ses possibilités matérielles (outillage) et humaines, intrinsèques à chaque atelier.**

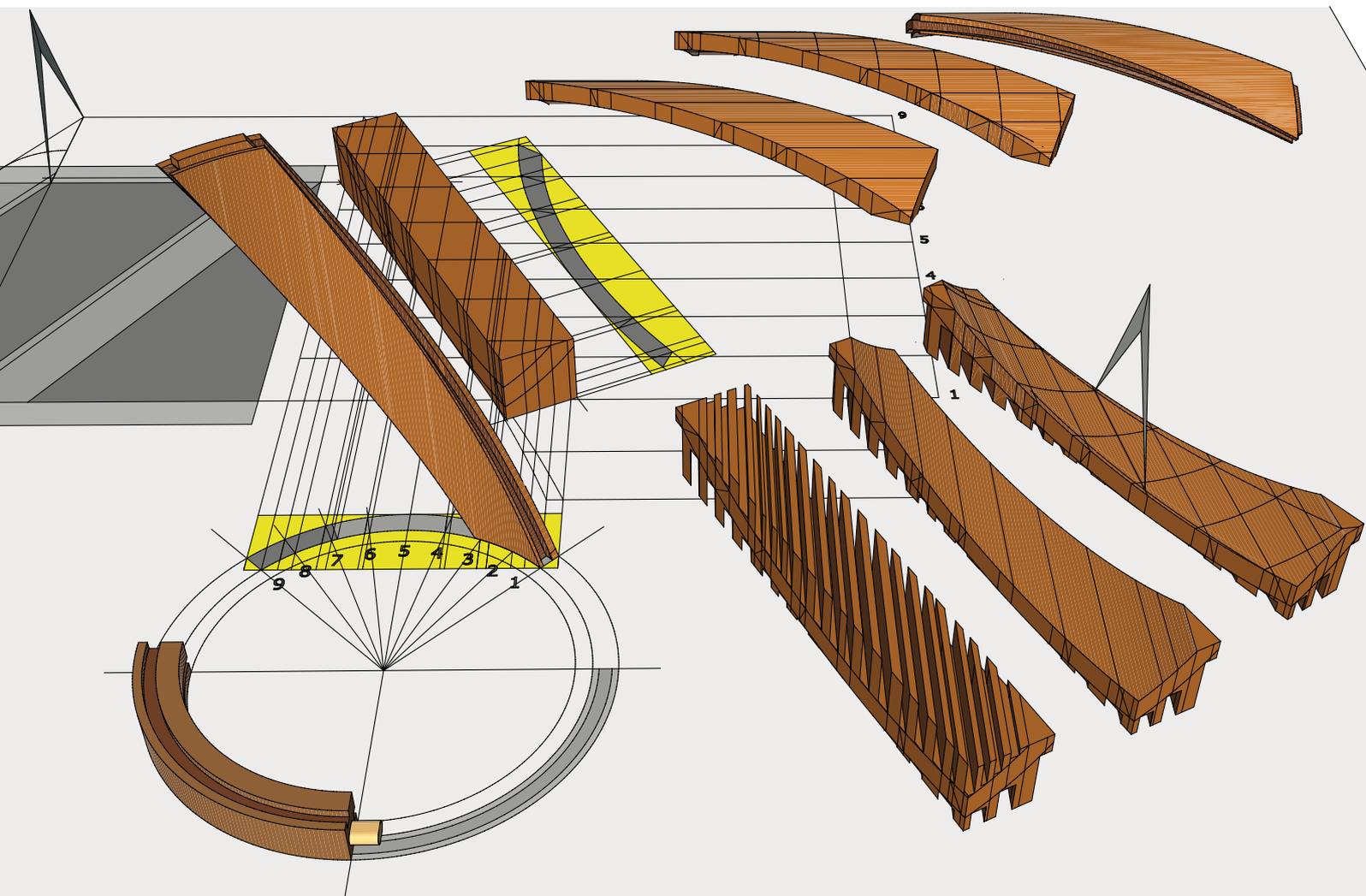
- 1) La première opération est le « piquage du bloc » en direct, depuis l'épure, par relevé avec une pièce carrée, afin d'y tracer à la cerce les calibres rallongés sur les chants, grâce à tous les générateurs et points.
- 2) À l'aide de traits de scie pointés en profondeur en fonction du calibre rallongé et parallèles aux génératrices d'aplomb, nous dégagons une grande partie du bois (en commençant toujours par la face concave !). On dit qu'on retire le « bois chute ».
- 3) Après avoir dégagé ces chutes, avec un rabot « à débiller », et dans certains cas à la scie circulaire stationnaire ou radiale pendulaire, nous calibrons les faces courbes, concave puis convexe.
- 4) Depuis les calibres rallongés tracés sur les chants, nous reportons sur les deux faces les lignes de niveaux et

d'aplomb. Puis, au compas, nous traçons, à partir de chaque intersection matérialisée par le croisement de ces lignes, la hauteur d'aplomb à la mesure de la coupe virtuelle précédemment matérialisée sur le développement.

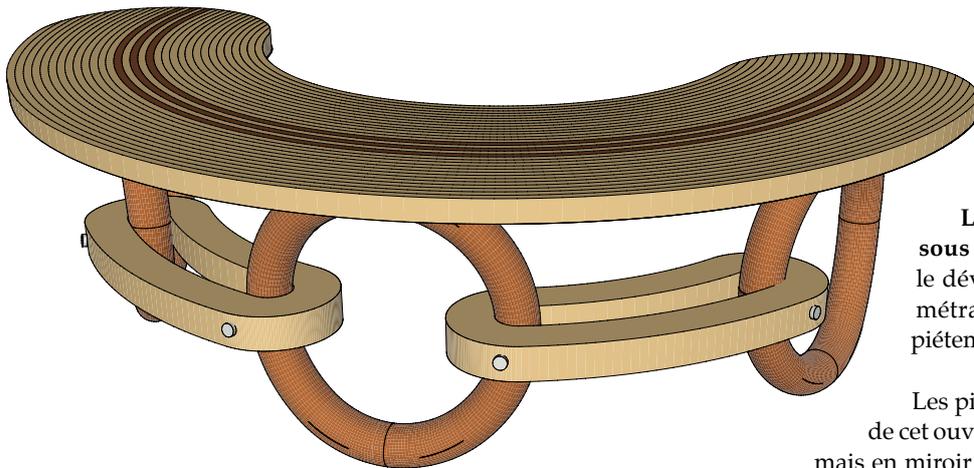
- 5) À l'aide de tous ces points maintenant complets, nous traçons les lignes-arêtes qui définissent les chants débillardés, et nous les façonnons par des traits de scie successifs. Puis après enlèvement du « bois chute », nous les calibrons.
- 6) Il reste enfin à exécuter les assemblages, rainures, moulures...

**Note :** la pièce décrite ici se limite à des arasements en coupes de niveaux (assemblage par éléments rapportés : pigeons, fausses languettes, dominos, lamelles). Je n'ai donc pas prévu de bois supplémentaire pour des assemblages dans la masse (tenons). Si vous en prévoyez dans vos pièces, il est bien sûr essentiel de les tracer en plus sur l'élévation, et réciproquement sur la vue en plan !

Ce montant cylindrique est l'exercice que je trouve le plus intéressant pour apprendre les techniques du débillardé. Cela dit, il faut apprendre à votre rythme, et ne pas vous décourager en cas de pièces ratées ! C'est le prix à payer pour progresser, et le plaisir encore une fois d'avoir le sentiment de découvrir un autre monde dans le travail du bois.



## BUREAU CONTEMPORAIN AVEC PIÉTEMENT CINTRÉ EN PLAN ET ÉLÉVATION



assemblages des différents éléments entre eux. Cependant, si on doit mener ce projet à bien, ils doivent tout de même être étudiés !

**L'épure théorique d'étude complète ci-dessous** est tracée d'abord par la vue en plan, puis le développement par calcul, et enfin la vue géométrale en vraie grandeur d'un des anneaux du piétement cintré en plan et en élévation.

Ce projet pratique m'a été inspiré par un joli bracelet « vintage » qui appartenait à ma chère maman. Il est conçu avec un plateau cintré en lamellé-collé, sur un piétement formé de trois éléments en forme d'anneaux pliés, et reliés par deux anneaux oblong à plat. Vous l'avez compris : les pièces qui nous intéressent ici sont les anneaux cintrés, en plan et en élévation !

L'étude de l'épure globale nous apprend ici que, pour les ouvrages cintrés en plan et en élévation, il faut d'abord effectuer un développement à plat d'après une géométrie régulière avant de le « plier » pour obtenir la vue en plan finalisée. Pour mémoire, nous développons le parement quand c'est un cintre régulier en plan, et par la fibre neutre (axe des courbes en plan) quand les cintres sont irréguliers ou en courbes aléatoires en plan. En effet, les déformations seront plus visibles, elles doivent donc être partagées et souvent rectifiées !

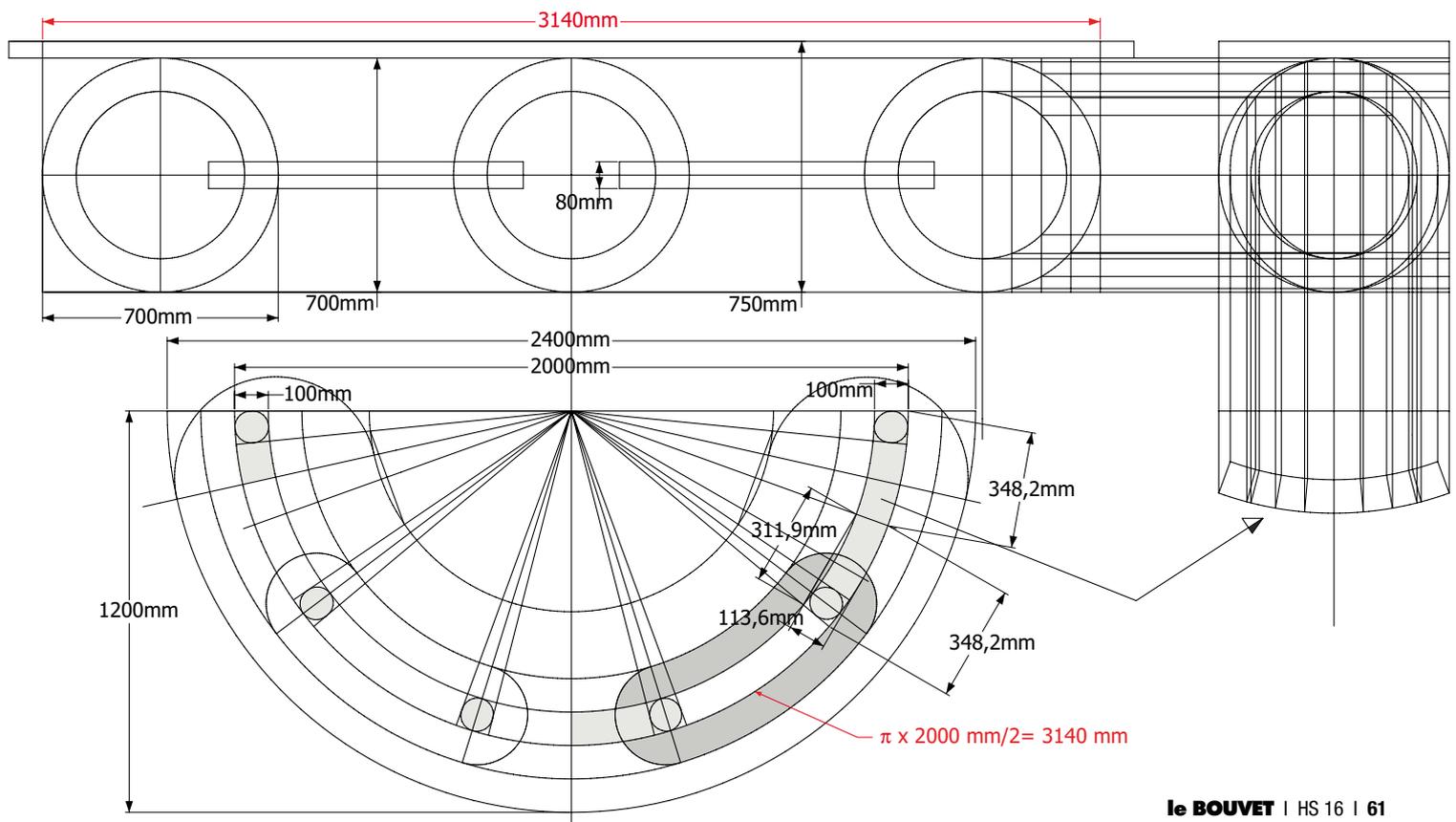
**Note :** je n'explique ici que le dessin d'épure globale, je n'ai donc pas fait le détail d'entaillage de mi-bois nécessaires aux

Les pièces étant toutes identiques, l'épure pratique de cet ouvrage se limite ici à un quart d'un des anneaux, mais en miroir gauche et droite (schéma page suivante). La mise en place au départ consiste à tracer un secteur d'un quart (donc de la moitié d'un anneau vu en plan). Par la corde extérieure placée horizontalement (d'une mesure de 348,2 mm), et le rayon de longueur 1 000 mm du plan global, puis avec le rayon de 900 mm, nous traçons l'épaisseur de la pièce cintrée en plan. Logiquement, ici, nous avons déjà l'épaisseur du bloc capable (113,7 mm), arrondie dans la pratique au corroyage, en surépaisseur à 115 mm.

Nous traçons ensuite le développement depuis une ligne de sol qui sera commune à la future élévation (ici un carré de 350 x 350 mm), puis le contour de l'élévation depuis la corde extérieure de la pièce vue en plan.

Nous divisons verticalement le développement, et par les cordes la vue en plan en huit parties égales réciproques. Enfin, nous traçons et matérialisons « l'empreinte au sol » (corde calculée par secteur circulaire à 99,5 mm).

Sur le développement divisé, nous traçons par deux arcs parallèles distants de 100 mm le parement à plat déployé de



# Travaux pratiques d'initiation au trait

la pièce, et nous projetons vers l'élévation tous les points de divisions de la vue en plan.

En projetant par des génératrices horizontales tous les points supérieurs du cintre du développement vers les génératrices verticales réciproques venant de la vue en plan sur l'élévation, nous traçons déjà les deux courbes extérieures.

En projetant par des génératrices horizontales tous les points inférieurs du cintre du développement vers les génératrices verticales réciproques venant de la vue en plan sur l'élévation, nous traçons maintenant les deux courbes inférieures. Classiquement, en ombrant ou coloriant les différentes parties, nous obtenons la vue géométrale de la pièce. Enfin en traçant des fuyantes tangentes aux contours de la pièce vue géométralement, et parallèles entre elles, nous obtenons la longueur (493,7 mm minimum) et la largeur du bloc capable (176,4 mm, que nous pourrions corroyer en arrondissant à 177 mm).

**Note :** en ombrant inversement les courbes de cette dernière vue, on obtiendrait la pièce vue depuis la face creuse.

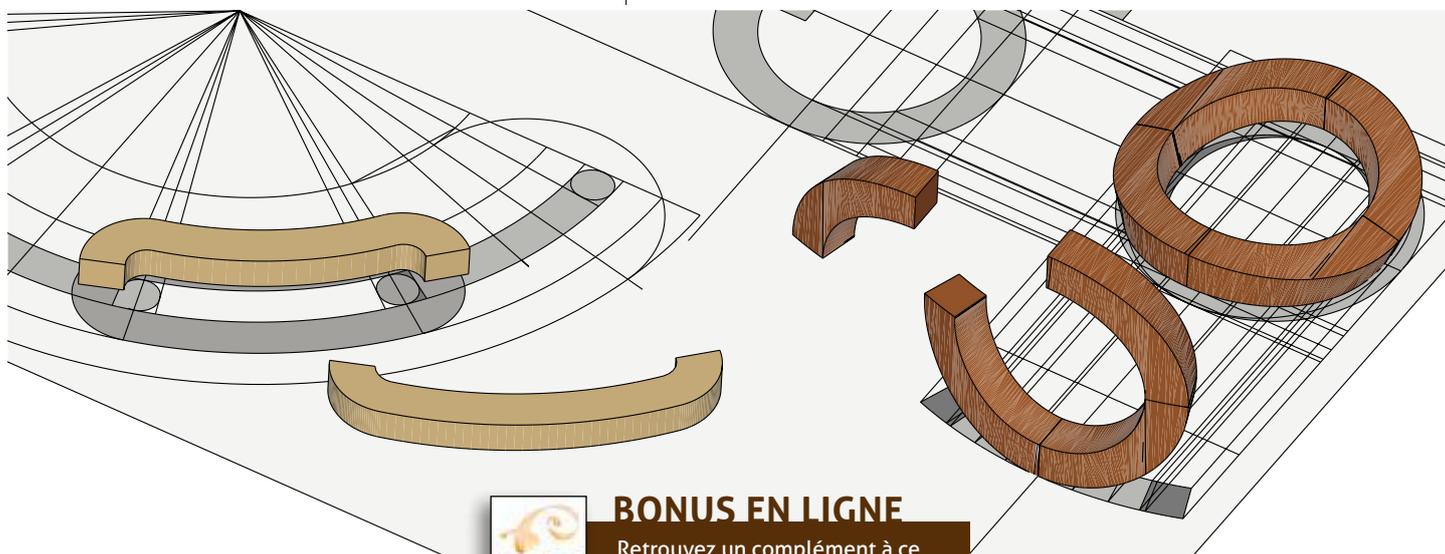
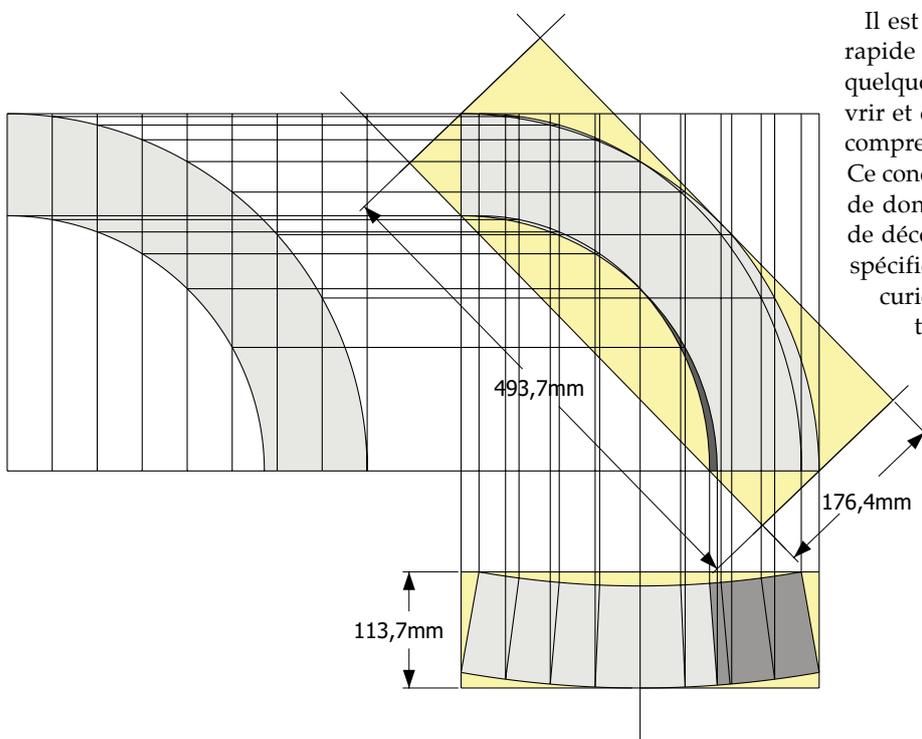
Le tracé et le façonnage des bois se pratiquent exactement de la même façon que pour des pièces débillardées droites rampantes. À savoir le piquage depuis l'épure et le « gauchement » précis des faces par les mêmes procédés d'usinage. Seul le chantournement « gauche » des chants courbes complique un peu les choses. En effet, il faut tracer la courbe finie avec une cerce assez souple sans cassure sur les faces. Pliée dans les deux sens, elle doit pouvoir s'aligner sur tous les points d'intersection des génératrices retracées sur les faces concaves et convexes !

L'exécution demande une bonne maîtrise des outils pour parfaire les calibrages précis. Pour ce genre de pièces assez petites, nous pouvons passer par un dégrossissage à la scie à ruban, en utilisant des gabarits de calages.

Tout en bas de la page, enfin, une visualisation des éléments sur l'épure globale.

## TOUT EST POSSIBLE !

Il est temps pour moi de conclure cette immersion rapide dans l'art du trait dans le travail du bois. Ces quelques pages vous auront j'espère permis de découvrir et de décrypter un peu ce que doit normalement comprendre et savoir un homme de métier accompli. Ce condensé, j'ai essayé de le vulgariser au mieux afin de donner envie aux passionnés d'aller plus loin et de découvrir l'intérêt du dessin descriptif applicable spécifiquement à chacune de nos professions. Soyez curieux, soyez studieux et patients : si l'envie est là, tout le monde peut apprendre et acquérir l'art du trait qui paraît inaccessible au départ ! Dès que l'on comprend la logique, tout est possible, puis on peut progresser ensuite à son rythme. C'est passionnant, utile, ludique, productif... et cela remplace allégrement tous les sudokus et autres casse-têtes, certes émulateurs mais dont les fins sont stériles ! Donc, sur ce point final, tracez une ligne fuyante et une perpendiculaire, et en avant ! ■



### BONUS EN LIGNE

Retrouvez un complément à ce hors-série sur notre site BLB-bois, dans la rubrique « Bonus ».

# Reportage : l'Art du Trait à l'atelier !

Par Samuel Mamias

En vidéo !



## ACTUALITÉS :

- RÉALISATION D'UNE PIÈCE D'ESSAI DÉBILLARDÉE (12/2018)
- FABRICATION D'UN ESCALIER COURBE (05/2019-09/2019)

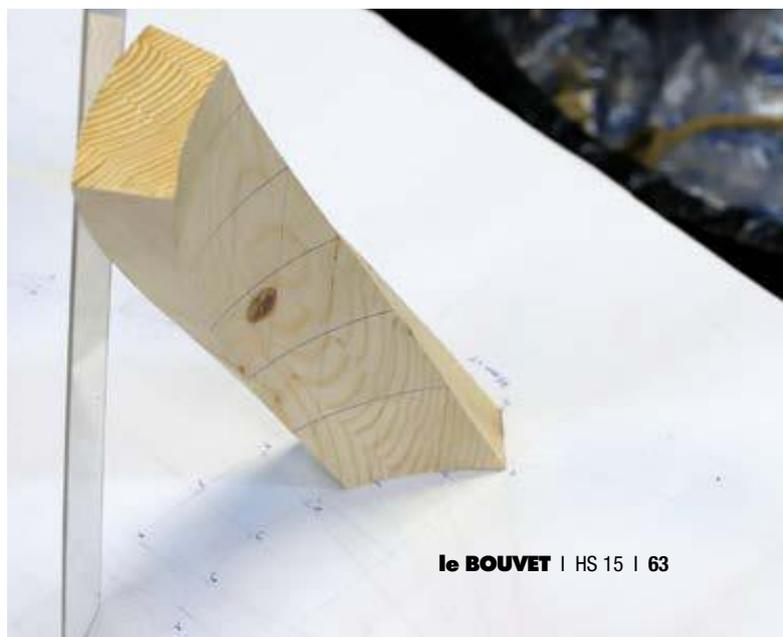
Il y a quelque temps, un certain Sylvain m'a contacté et m'a proposé de m'enseigner « l'art du trait ». Il m'explique alors que c'est la porte d'entrée vers plus de maîtrise et de créativité. À cette époque, je n'avais qu'une très vague idée de ce dont il s'agissait... j'avais encore beaucoup de choses bien plus simples à apprendre ! Le temps a passé, et alors que je mûris un projet d'escalier avec un limon courbe, je comprends que l'heure est venue pour moi de m'initier à l'art du trait. « Allo, Sylvain ? »... Avec son aide, j'ai pu tout récemment mener à bien la réalisation de plusieurs pièces bien particulières.

De nouvelles réalisations pour maîtriser de nouvelles techniques !

## LA DÉCOUVERTE : DU DÉBILLARDÉ DROIT DANS LE CYLINDRE !

Un exercice simple pour commencer : je vous propose de réaliser un montant incliné inscrit dans un cylindre. La pièce finale sera droite, mais débillardée ! Cette pièce est un très bon premier exercice d'entraînement, que nous allons analyser pas à pas. Il va permettre de découvrir les différentes étapes qui jalonnent l'exécution d'une pièce débillardée. Et par la même occasion, nous aider à comprendre la bonne utilisation des éléments de géométrie descriptive (la fameuse épure).

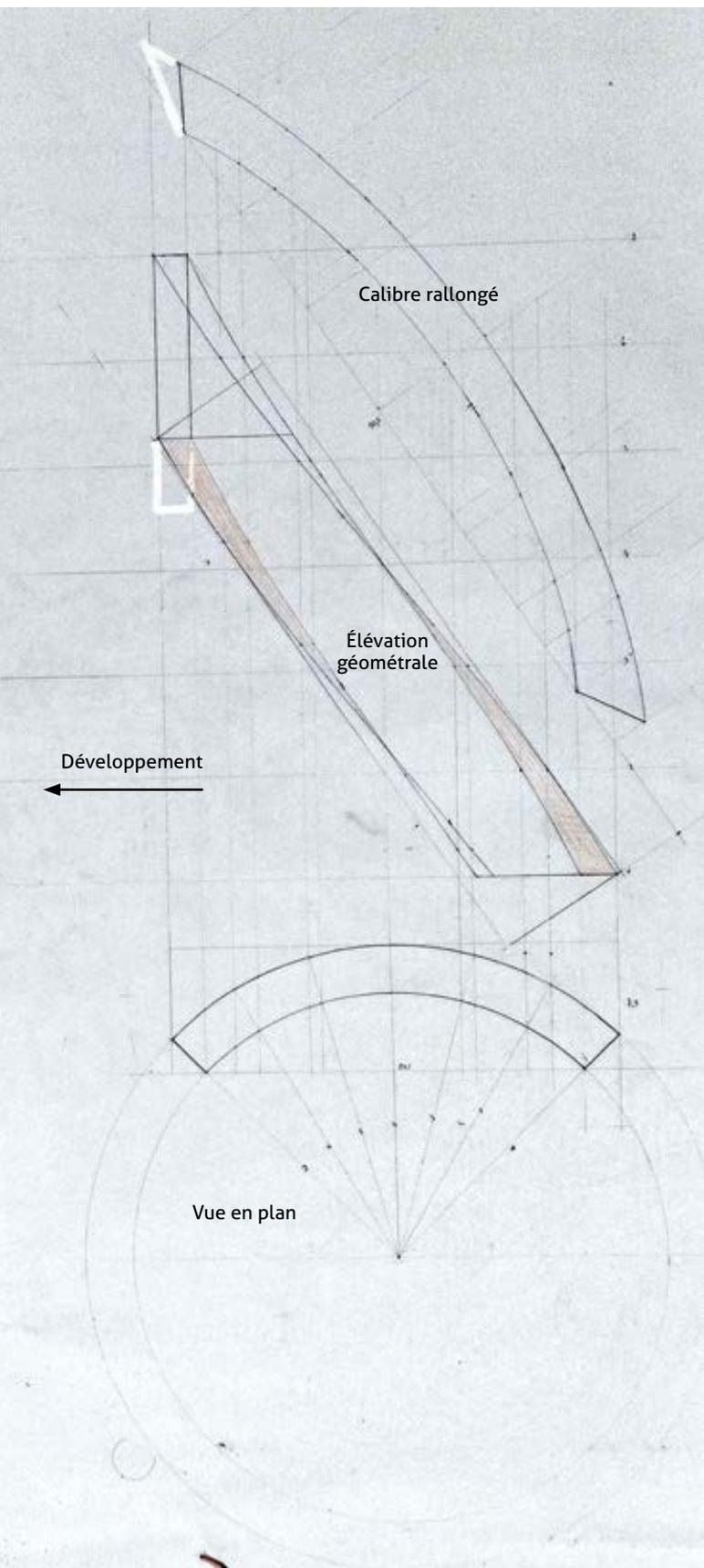
Cette pièce est sûrement la forme débillardée la plus simple à exécuter. Le tracé de l'épure est également suffisamment simple pour ne pas nous perdre dans une forêt de lignes parallèles. En effet, la pièce monte régulièrement, tout en s'enrou-



# Reportage : l'Art du Trait à l'atelier !

lant autour d'un cylindre. Il en résulte que son développement va être constitué de lignes droites. Ce qui signifie que, dans la pratique, une simple bande de papier rectiligne pourra venir « tapisser » notre pièce une fois celle-ci réalisée.

## Du trait avant les copeaux : l'épure



### Organiser son épure

Cette première épure est simple, mais il n'en demeure pas moins qu'elle est constituée : d'une vue en plan, d'un développement et d'une élévation géométrale. L'organisation de ces trois vues les unes par rapport aux autres est essentielle ! Pourtant ce n'est pas si simple à appréhender lorsqu'on ne maîtrise pas les liens qu'elles ont les unes avec les autres.

La vue en plan sera la première réalisée. En traçant un rectangle le plus petit possible autour de notre pièce courbe, nous obtenons l'orientation et l'épaisseur du bloc capable. Parallèlement à cette orientation, nous allons pouvoir tracer la ligne de sol. Celle-ci est essentielle, car elle va nous permettre d'orienter notre épure.

En remontant, depuis la vue en plan, des lignes verticales (perpendiculaires à la ligne de sol), nous allons pouvoir placer l'élévation géométrale au-dessus et déterminer son encombrement. L'espace dédié au développement sera également placé au-dessus de la ligne de sol, mais en décalage par rapport à la vue en plan. Une fois le développement fini, en traçant une ligne parallèle à la ligne de sol nous déterminons la hauteur de l'élévation.

**Note :** il peut être également utile de garder un peu de place au-dessus de l'élévation géométrale pour y tracer le calibre rallongé (même si celui-ci peut très bien être réalisé sur une feuille calque annexe ou directement sur les pièces).

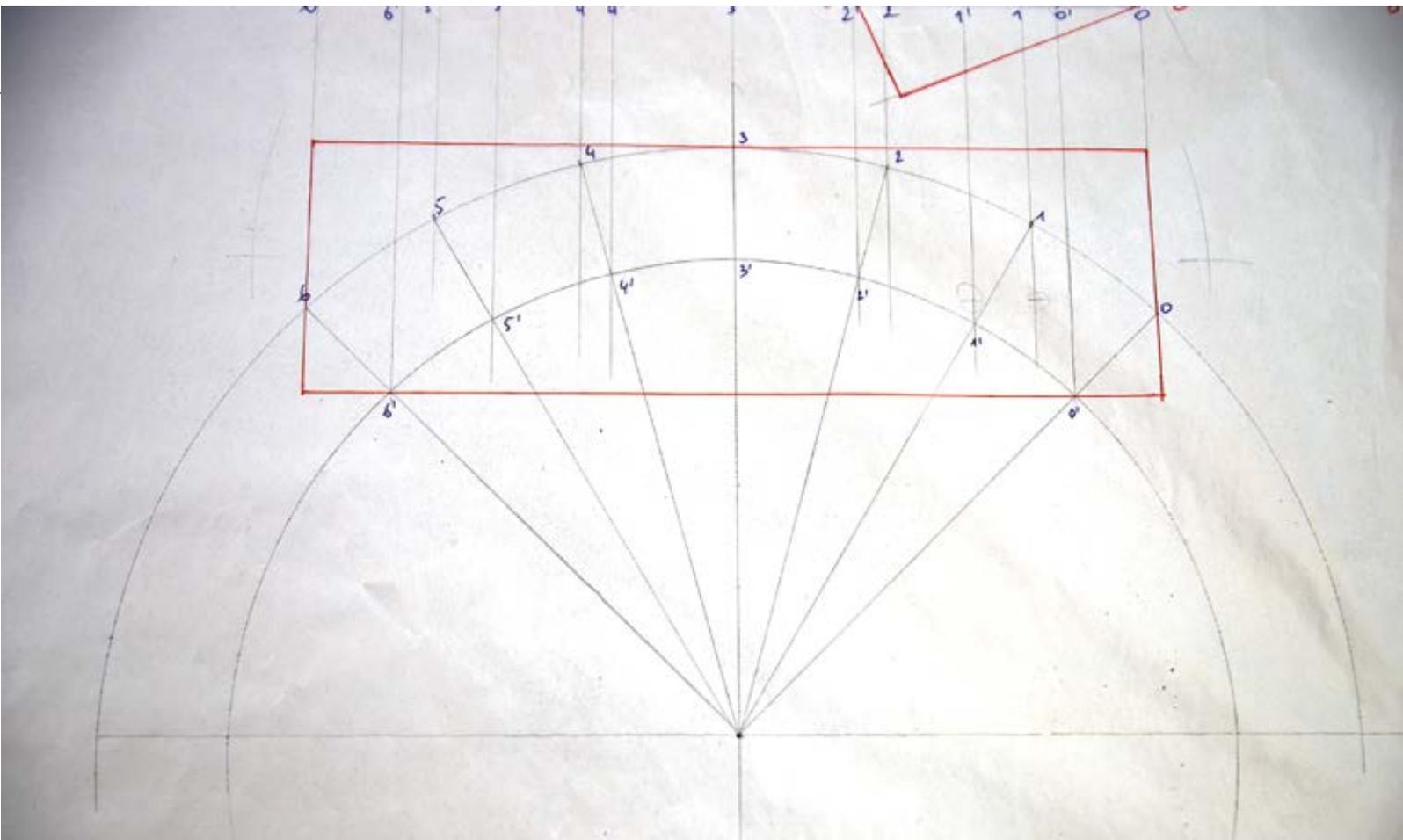
### La vue en plan de notre épure

S'agissant d'un exercice, je vais me concentrer uniquement sur la pièce débillardée et non sur l'ensemble du projet. En vue de dessus (vue en plan), notre élément s'inscrira dans un quart-de-cercle de 300 mm de diamètre et il mesurera 30 mm d'épaisseur. La vue de dessus est donc simple à tracer, il faut cependant anticiper l'orientation de la pièce de bois pour que son bloc capable détermine une ligne de sol « horizontale » sur votre papier (voir schéma page suivante).

À ce stade vous pouvez organiser votre espace, et vous avez classiquement votre vue en plan situé en bas à droite, avec au-dessus l'espace pour tracer votre élévation géométrale, et en haut à gauche celui pour le développement.

Avant de passer aux autres vues, nous allons partager notre pièce. Si vous la partagez en 10, vous obtiendrez naturellement 10 lignes de niveau et 10 génératrices pour vous aider à tracer votre élévation. Dans mon cas, la courbe est régulière, la pièce est petite, je vais me contenter de la partager en 6 secteurs angulaires de quinze degrés. Il est tout à fait possible d'utiliser un rapporteur, mais il est bien plus précis d'utiliser le compas. Je calcule donc le périmètre  $P$  de ma pièce :  $P = 2\pi R$  ( $R$  étant bien sûr le rayon). Notre pièce débillardée représentant un quart du cercle complet, on divise ce résultat en quatre :  $2 \times 3,14 \times 150 \div 4 = 471$  mm. Ensuite, le partage en 6 me donne environ 78,5 mm. En théorie, un arc de cercle de 78,5 mm correspond à un angle de  $15^\circ$  ( $90^\circ \div 6$ ). Je reporte six fois cette mesure sur mon arc de cercle, mais, comme souvent, le sixième report ne tombe pas juste ! C'est logique : le compas reporte la mesure non pas sous forme d'arc, mais de corde. Je fais donc des micro-ajustements avant de réessayer.

Ceci étant fait, je peux tracer mes différents rayons. Pour le moment, cela peut sembler inutile, mais je numérote tout : à droite, au niveau du sol, le rayon 0 me donne les points 0 et 0' ; puis le rayon 1 me donne les points 1 et 1'... Les points 0, 1, 2... sont sur la ligne de parement et les points 0', 1', 2'... sont sur la ligne de contreparement. Nous pouvons alors passer au tracé du développement !



## ◉ Le développement

Je l'ai déjà évoqué : ce qui fait la simplicité de cet exercice, c'est son développement qui est droit. En d'autres termes, la feuille de papier qui viendra tapisser notre pièce finale est rectiligne.

La largeur de la zone consacrée au développement sur notre épure correspond au périmètre de notre pièce côté parement (dans mon cas, je vous rappelle que c'est la partie convexe qui est en parement !). Pour tracer cette largeur, je peux reporter 6 fois l'écartement du compas, qui est toujours réglé. Cela va me donner simultanément la largeur totale, mais aussi la position de chaque génératrice sur le développement.

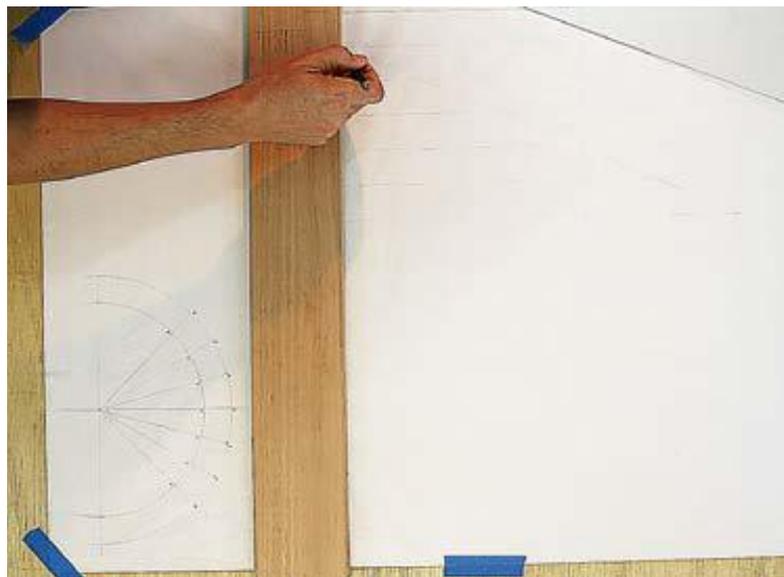
En fonction des mesures de mon projet, je vais maintenant matérialiser sa hauteur en traçant parallèlement au sol une nouvelle ligne. Appelons-la « ligne de plafond » ! En remontant les génératrices des extrémités, j'obtiens un rectangle dans lequel va venir s'inscrire notre développement. Pour le trouver, il faut tenir compte de la largeur du bois que nous souhaitons obtenir. Il suffit de reporter dans le coin supérieur droit du rectangle un arc de cercle ayant pour rayon cette largeur. La ligne supérieure de mon développement est la ligne qui part du coin inférieur gauche et qui est tangente à cet arc de cercle. La ligne inférieure est, elle, simplement parallèle.



**Note :** il est pratique de prolonger la ligne supérieure jusqu'à la dernière génératrice (je vous expliquerais cela plus tard).

Pour finir notre développement, il reste à remonter verticalement les génératrices intermédiaires au droit de chaque trait de compas. Ici aussi, pensez à numéroter vos génératrices et leur point d'intersection avec la ligne supérieure du développement.

Nous allons à présent tracer les lignes de niveau. Elles traversent notre épure parallèlement à la ligne de sol et passent par les points d'intersection que nous venons d'obtenir.



**Remarque :** dans cet exercice, la ligne inférieure du développement est inutile. Nous sommes dans du régulier, ce qui fait qu'une simple translation verticale permettra de passer du chant supérieur au chant inférieur de ma pièce. C'est même pour cela que nous commençons avec cet exercice.

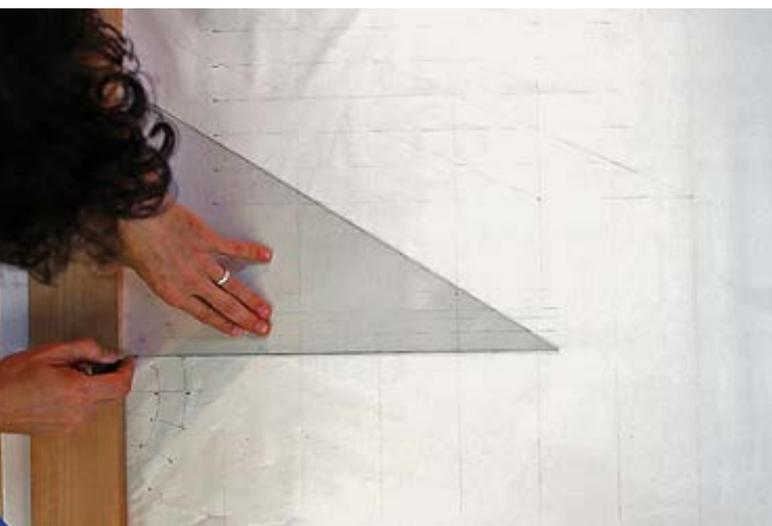
# Reportage : l'Art du Trait à l'atelier !

## MAIS OÙ ALLONS-NOUS ?

Je sais que toute la première partie de ce hors-série vous a déjà donné de solides bases de compréhension, mais permettez-moi de vous redonner une clé de compréhension avec les mots d'un ex-prof de math boiseux. Un point situé dans l'espace peut-être localisé avec 3 coordonnées (c'est la fameuse 3D !). Or ici, notre **vue en plan** nous donne déjà deux informations pour chaque point (abscisse et ordonnée), et notre développement nous donne leur hauteur (ce sont les lignes de niveau que nous venons de tracer). Nous avons donc les trois informations nécessaires. Il ne reste plus qu'à les regrouper sur une même vue d'élévation : la vue de face en projection géométrale ■

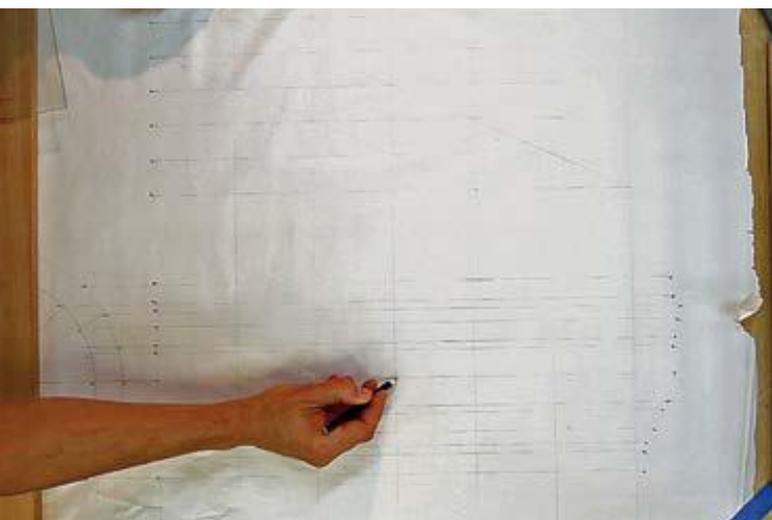
### o La projection géométrale

Nous venons de tracer les lignes de niveau qui nous donnent une information en hauteur. Pour connaître les deux autres informations, nous allons remonter depuis la vue en plan, vers la projection, des lignes perpendiculaires à la ligne de sol partant de chacun de nos points  $0, 0', 1, 1', 2...$

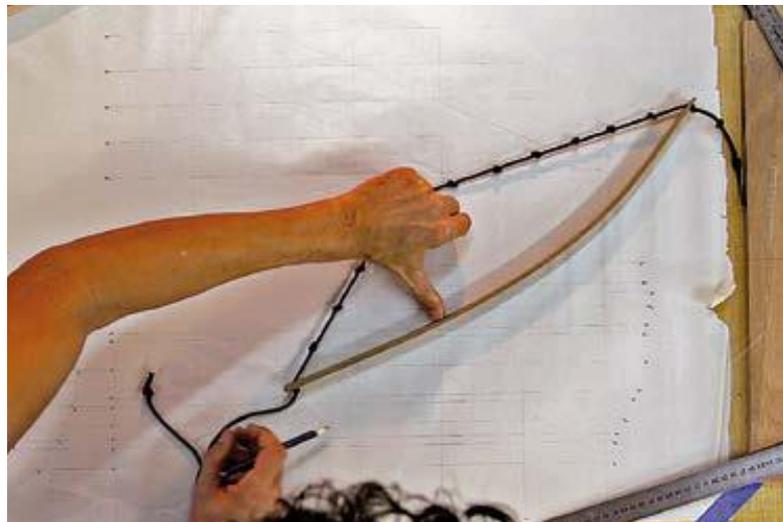


Le point d'intersection de la génératrice 1 avec la ligne de niveau 1 nous donne le point 1 : il sera situé à l'intersection du chant et de la face débillardée côté parement.

Le point d'intersection de la génératrice 1' avec la ligne de niveau 1 nous donne le point 1' : il sera situé à l'intersection du chant supérieur et de la face débillardée côté contreparement.



À l'aide d'une cerce, nous allons donc pouvoir relier par une courbe les points  $0, 1... , 5, 6$ . Vous comprendrez à présent pourquoi je vous ai conseillé de prolonger la ligne supérieure du développement jusqu'à la génératrice n° 6 ? Cela nous permet d'obtenir le point n° 6. Il est certes extérieur à notre pièce, mais il nous permet de mieux placer la cerce.



De la même manière, en reliant les points  $0', 1'...$  nous obtenons la ligne de débillardement de contreparement.

Les lignes inférieures sont simplement obtenues par translation des 12 points vers les bas. La mesure est simplement prise verticalement sur le développement le long d'une génératrice puis reportée, toujours le long d'une génératrice, mais sur la projection. Dans notre cas, c'est très simple, puisque la mesure que nous allons reporter est constante. Le compas est ici l'instrument indispensable.



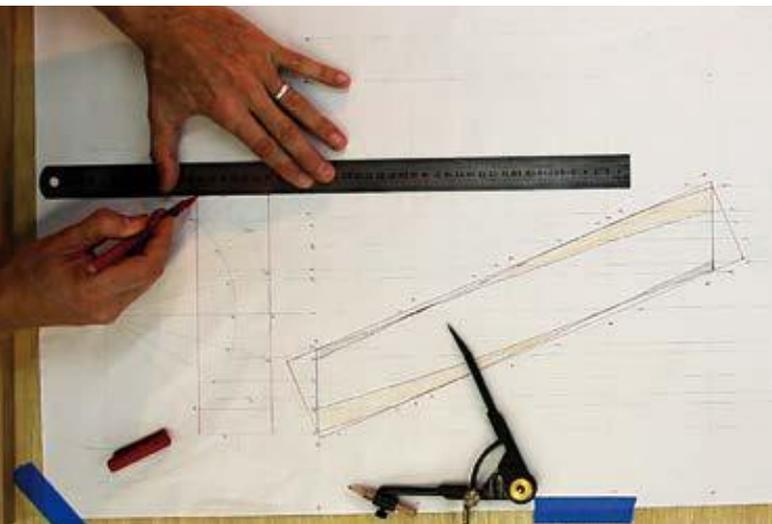
Notez que les intersections des lignes de débillardement avec les lignes de niveau 0 et 6 vont nous donner des informations sur la forme de l'emprise au sol et au plafond. Cette information peut alors être redescendue de la vue géométrale vers la vue en plan, pour compléter cette dernière.

## Du nouveau dans l'application : traçage du bloc capable

Je vais être direct avec vous : si vous continuez cette lecture sans la mettre en pratique, d'ici quelques jours, il n'en restera rien ! Je vous propose de fermer votre hors-série et de refaire l'épure, avant d'aller plus loin. Il faut essayer de ne revenir au texte que ponctuellement, si vous êtes bloqué.

### ▣ Les dimensions de notre bloc capable

Avant de tracer notre bloc capable, nous allons devoir en déterminer les dimensions. Nous allons pour cela retourner sur notre épure. Nous avons déjà tracé un rectangle autour de notre pièce dans la vue en plan. La largeur de ce rectangle va déterminer l'épaisseur de notre bloc capable.



Pour déterminer la longueur et la largeur de notre bloc capable, nous allons devoir tracer un rectangle englobant le tracé de notre pièce sur la vue en élévation géométrale. Les longueurs et largeurs de ce rectangle vont respectivement déterminer les longueurs et largeurs de notre bloc capable.

Si vous avez reproduit la même épure que celle qui me sert d'exercice vous devriez obtenir un bloc capable dont les dimensions en mm sont proches de : longueur 405 x largeur 73 x épaisseur 64. Bien entendu, il convient de majorer un peu ces dimensions. 5 mm de plus en épaisseur nous aideront pour tracer les formes courbes sur les chants (calibre rallongé). Un peu plus de longueur pourra aussi nous permettre de conserver plus de stabilité pour immobiliser nos pièces lors des débillardements des faces.

**Note :** les extrémités doivent être coupées proprement, car elles aussi recevront des lignes dans un instant.

### ▣ Reconstituer un bloc capable suffisamment grand

Dès qu'une pièce courbe est taillée dans la masse, on constate que les blocs de bois capables de les englober atteignent rapidement des dimensions importantes. Si comme moi vous n'avez pas en votre possession de bois suffisamment épais,

vous allez devoir contre-coller entre elles plusieurs pièces pour obtenir l'épaisseur nécessaire. Il peut alors être intéressant de mener une réflexion sur l'esthétique des raccords, qui vont nécessairement apparaître au moment de débillarder les faces. Si l'épaisseur du bloc est constituée de plusieurs couches, vous risquez en effet de voir apparaître des lignes verticales créant une discontinuité dans les motifs du bois sur les faces débillardées. Tandis que si vous avez opté pour une largeur du bloc constitué de plusieurs couches, cette discontinuité risque d'apparaître au niveau des chants débillardés.



Pour notre exercice, la pièce étant droite sur son développement, il en résulte une courbure très modeste au niveau du débillardement des chants. Le bloc capable sera donc reconstitué à partir de plusieurs rectangles afin d'en augmenter la largeur. De cette manière, seules des lignes droites parallèles apparaîtront sur les chants débillardés et rappelleront l'entassement de bois !

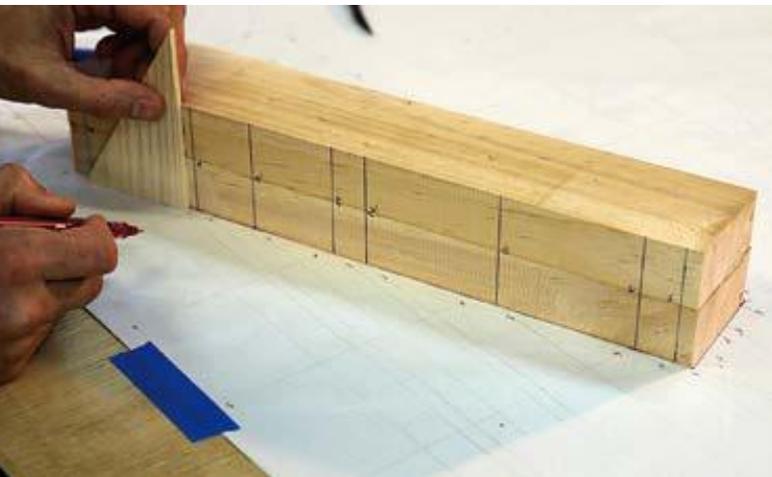
### ▣ Tracer le bloc capable

À présent, nous allons transférer depuis l'épure vers le bloc toutes les informations nécessaires à la taille de notre pièce. Nous allons donc poser notre bloc capable sur notre vue géométrale. Si le bloc capable n'a pas exactement la dimension du rectangle déjà tracé, je vous invite à ajouter sur votre épure les contours du bloc. De cette manière, vous pourrez facilement repositionner votre bloc en cas de besoin.

À ce stade, vous devez imaginer que votre bloc de bois mis en position au-dessus de votre vue en plan est venu basculer au-dessus de votre élévation en s'articulant autour de la ligne de sol. Vous comprenez tout de suite que la future concavité est tournée vers le haut. Observez alors toutes les génératrices et lignes de niveau de votre épure qui viennent se perdre sous votre bloc capable. En vous munissant d'une équerre, vous allez remonter toutes ces lignes sur le bloc. **Mais attention :**

# Reportage : l'Art du Trait à l'atelier !

à ce stade, cela paraît très simple ! Cependant, lorsque votre bloc ne sera plus posé sur l'épure, il faudra encore être capable de déterminer la provenance de chaque ligne. Je vous invite donc à **utiliser différentes couleurs** (du rouge pour les lignes de niveau, du bleu pour les génératrices), mais aussi à numéroter les lignes de la même manière qu'elles l'étaient sur l'épure.



## o Le calibre rallongé

En menuiserie, dès que nos pièces de bois ne sont plus droites, nous utilisons des gabarits (que l'on peut assimiler à des calibres). Il peut s'agir d'un simple gabarit en papier pour tracer notre pièce, ou d'un gabarit en contreplaqué sur lequel nous viendrons prendre appui pour usiner notre pièce de bois courbe.

Dans notre cas présent, l'approche est légèrement différente : le calibre (gabarit) que nous pourrions réaliser à partir de la vue en plan nous donne la bonne courbure lorsque nous sommes justement dans un plan horizontal. Or notre pièce est inclinée, et la longueur de notre bloc capable est bien plus grande que la longueur du rectangle que nous avons tracé sur la vue en plan. Nous allons donc devoir étirer, rallonger notre calibre afin que sa longueur corresponde à celle de notre bloc.

À ce stade, deux approches au choix :

- tracer le calibre rallongé sur l'épure afin d'en faire une copie en papier ou en contreplaqué fin.
- tracer le calibre rallongé directement sur les chants de notre bloc capable.

### Sur l'épure :

Nous allons tracer une ligne parallèle au bloc capable matérialisé sur l'élévation géométrale, décalée de quelques centimètres vers le haut. Si vous avez suffisamment prolongé vos génératrices, vous allez obtenir 13 nouveaux points d'intersection (13 et non pas 14, car la génératrice 3 est confondue avec la génératrice 3'). Numérotez ces nouveaux points, puis tracez autant de petites perpendiculaires !

Nous allons à présent faire des allers-retours entre la vue en plan et notre calibre rallongé. En effet, les hauteurs mesurées sur la vue en plan seront les mêmes que celles sur le calibre rallongé. Une fois de plus, pour reporter une mesure, je vous encourage à utiliser le compas.

Nous avons donc obtenu deux fois 7 points : je vous invite à relier les paires en traçant les rayons (comme sur la vue en plan). Ça peut paraître inutile, mais cela permet en un simple coup d'œil d'associer les génératrices issues du même rayon (n'oubliez pas qu'en cas de forte courbure, les génératrices du parement et du contreparement se mélangent). Ceci étant

fait, avec une cerce, nous allons pouvoir relier nos points pour tracer notre calibre rallongé.

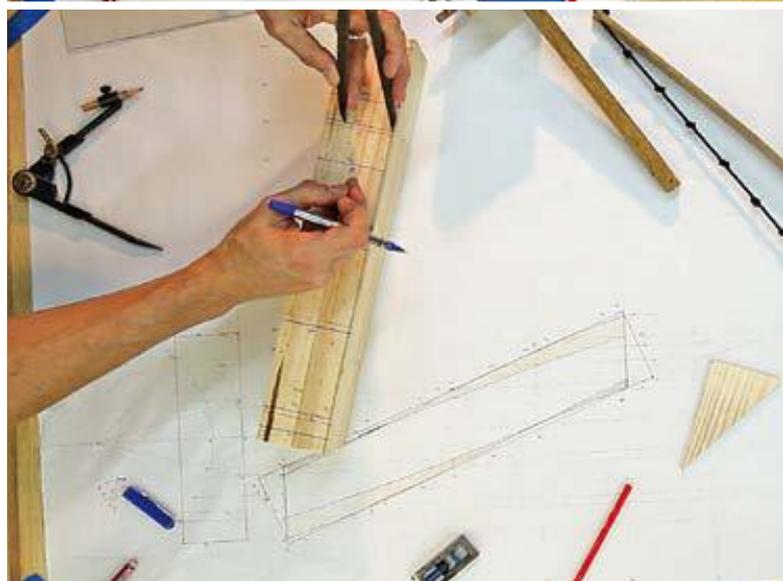
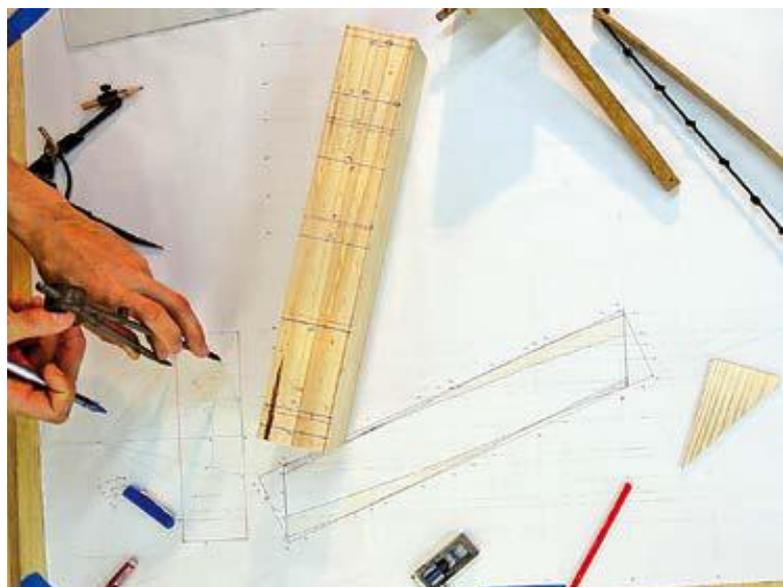
**Note :** sur la vue en plan, les lignes de parement et de contreparement sont parallèles, tandis que sur le calibre rallongé, elles ne le sont plus !

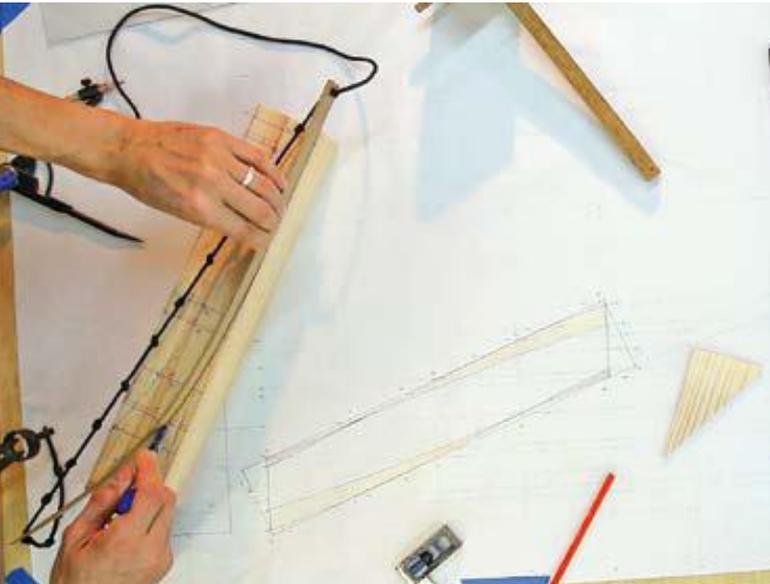
Nous devons maintenant reporter ce tracé sur les chants de notre bloc. Il suffit pour cela de décalquer notre calibre rallongé, puis de le découper. Nous sommes alors en possession d'un calibre en papier que nous allons pouvoir placer sur les chants du bloc capable. C'est extrêmement simple : il suffit de faire correspondre les génératrices du calibre avec les génératrices préalablement remontées sur les chants du bloc.

**Attention :** je vous rappelle une fois de plus que, notre bloc ayant basculé depuis la vue en plan vers l'élévation, sa concavité est tournée vers le haut.

### Sur les chants du bloc capable :

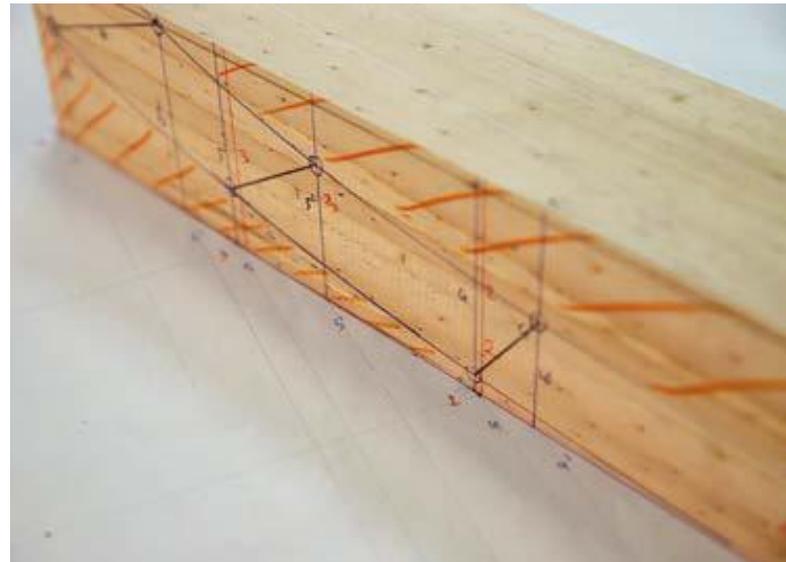
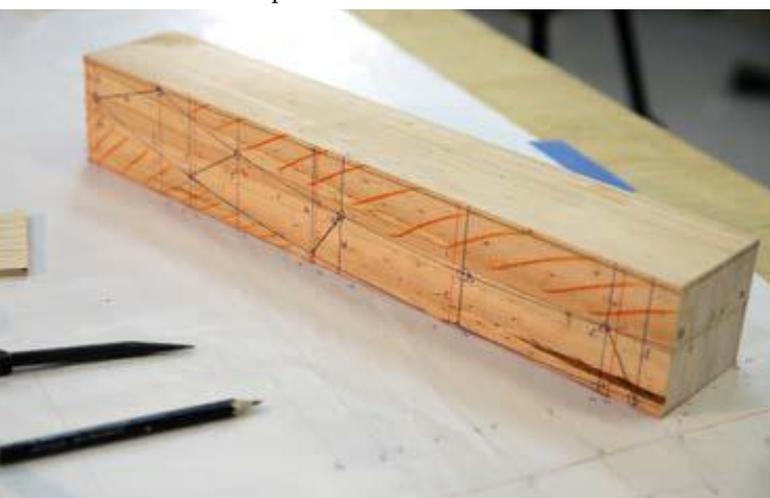
Si on ne souhaite pas tracer le calibre rallongé sur le papier, il est possible de faire ce travail directement sur les chants du bloc capable. Précédemment, nous avons déjà remonté toutes les génératrices. Il suffit maintenant de mesurer les hauteurs sur la vue en plan et de les reporter sur chacune de ces génératrices. Mais il n'est pas commode de piquer le compas sur l'arête de notre bloc ! Nous allons donc profiter de la surépaisseur pour tracer au trusquin une ligne parallèle, à 5 mm du bord. Celle-ci nous permettra de piquer facilement le compas. Une fois ce travail fait sur les deux chants, nous obtenons quatre séries de points que nous pouvons relier avec une cerce.





#### Les deux méthodes ont leurs avantages et leurs inconvénients :

- Tracer le calibre rallongé sur le papier permet d'utiliser des points théoriques extérieurs à notre pièce et donc de gagner en précision lorsque vous utiliserez la cerce.
- Si vous tracez le calibre rallongé sur le papier, il faudra ensuite préparer un calibre en papier ou en contreplaqué. En contrepartie, vous utiliserez la cerce bien à plat sur le papier.
- En traçant le calibre rallongé sur les chants du bloc, il faut faire l'opération deux fois, pour le chant inférieur et pour le chant supérieur.



## Débillarder les faces

Enfin, après tout le travail que nous venons de mener, nous allons pouvoir donner le premier coup de scie ! Mais avant cela, effectuons une petite check-list :

- 1/ sur les chants et aux extrémités du bloc capable, avons-nous remonté toutes les génératrices et toutes les lignes de niveau ?
  - 2/ sur les chants, avons-nous tracé les calibres rallongés ?
  - 3/ si une génératrice sort au niveau des extrémités, avons-nous remonté la hauteur d'aplomb correspondante ?
  - 4/ avons-nous numéroté toutes les lignes à l'intérieur du calibre rallongé (car après, l'extérieur aura disparu) ?
- Tout est bon ? Alors sortez votre scie : on attaque !

### De nouvelles méthodes d'usage !

Nous allons commencer par débillarder les faces, ce qui fait que nous allons conserver toutes les informations présentes sur les chants et aux extrémités : c'est absolument essentiel.

Commençons par la face concave, car celle-ci ne sera pas entièrement usinée ce qui va nous permettre de conserver de la stabilité lorsque nous passerons à la face convexe. La méthode traditionnelle consiste à donner une série de traits de scie parallèlement aux génératrices, en s'arrêtant à 1 ou 2 mm de notre calibre rallongé. Ce n'est pas obligatoire de faire toutes ces entailles à la scie à cadre : il est tout à fait possible de travailler à la scie circulaire. Par contre, il est absolument essentiel d'être très prudent sur le réglage de la hauteur : le moindre trait de scie trop profond sera irrémédiablement visible !



# Reportage : l'Art du Trait à l'atelier !

Après quelques minutes de travail à la scie, nous nous retrouvons avec une série de petites lamelles qu'il est extrêmement simple de casser à l'aide par exemple d'un petit marteau. Nous obtenons ainsi très rapidement la forme grossière de la partie concave.



**Remarques :** à ce stade, il est encore simple d'immobiliser notre bois sur un établi. C'est faisable aussi bien dans la presse avant que dans la presse en bout. Et pour ce premier exercice je n'avais pas encore de rabot à débiller (nous en reparlerons un peu plus loin), j'ai donc travaillé en travers-fil, parallèlement aux génératrices, avec un rabot ayant un profil courbe. C'est extrêmement efficace : ça m'a permis de m'approcher de la forme finale.



Il faut alors commencer à vérifier la planéité dans le sens des génératrices. Pour cela, il suffit de poser un réglel sur chants en joignant les génératrices de même numéro. Une partie des chants ayant déjà disparu, vous comprenez mieux pourquoi j'ai insisté pour que les génératrices et les lignes de niveau soient numérotées à l'intérieur du calibre rallongé !



Lorsque la courbe est parfaitement régulière, il ne reste plus qu'à effectuer la finition. Le wastringue à semelle convexe et le racloir sont particulièrement adaptés. Nous avons à présent une face concave façonnée et propre.



Pour la face convexe, les opérations vont être relativement similaires. Des traits de scie parallèle permettent de dégrossir la forme. Par contre pour la finition, c'est beaucoup plus simple, car il est tout à fait envisageable ici d'utiliser un rabot à semelle plane.



En contrepartie, les difficultés commencent pour immobiliser notre pièce de bois. En effet il ne lui reste qu'une maigre surface d'appui plate du côté de la concavité. Pour faire la finition de la surface convexe, le mieux est de se rabattre sur la presse avant de votre établi et de profiter que les deux chants sont encore parallèles.

## Débillarder les faces : deux méthodes alternatives

Selon votre équipement, selon les techniques que vous maîtrisez, il est tout à fait possible d'utiliser des méthodes alternatives pour débillarder les faces. Je vous en propose deux :

### ◉ Avec la scie à ruban

Pour découper les faces convexes et concaves à la scie à ruban, nous allons devoir caler notre pièce de bois de telle sorte que les génératrices soient verticales. Ce qui signifie que la hauteur de coupe de notre machine doit être supérieure à la hauteur de la pièce sur l'élévation.

Pour ma part, j'ai simplement utilisé un triangle rectangle en MDF ayant un angle correspondant à celui de l'inclinaison du bloc capable. Mon MDF étant suffisamment épais, j'ai simplement collé mon bloc capable dessus, avec de la colle à chaud.

Selon votre habileté, et la précision de votre machine, je vous engage à prendre plus ou moins de marge.

Outre sa rapidité de mise en œuvre, cette technique a un second avantage : vous allez pouvoir utiliser les dépouilles pour caler votre pièce de bois et ainsi l'immobiliser de manière bien plus efficace sur votre établi.

### ◉ Avec la scie circulaire

En utilisant la technique du profilage à la scie circulaire, il est également possible de gagner beaucoup de temps sur le débillardage des faces. Dans les ateliers professionnels, on applique cette méthode à la scie pendulaire. Dans mon cas, je vais créer un petit montage d'usinage pour effectuer cette opération sur ma scie à format.

Comme pour la méthode à la scie à ruban, il faut fixer notre bloc capable selon un angle correspondant à celui du rectangle tracé sur l'élévation. J'aurais pu là aussi utiliser un simple triangle en MDF et de la colle à chaud. J'ai cependant préféré utiliser des chutes de bois simplement vissées dans le bloc capable. Il est relativement simple de trouver des endroits où les traces de vis seront supprimées lors de l'usinage de la face convexe.

La base du montage d'usinage vient alors en appui sur le guide d'équerre de ma scie dont le chariot est verrouillé. De cette manière, le montage d'usinage se déplace de gauche à droite. Il suffit alors, aller-retour après aller-retour, de monter progressivement la lame.

- si le diamètre de votre lame correspond au diamètre intérieur de votre pièce sur la vue en plan, c'est très simple : la lame reste parfaitement verticale.
- si le diamètre de votre pièce à usiner est différent de celui de votre lame, il faut ruser. En inclinant la lame par exemple, vous pouvez simuler un diamètre de pièce supérieur à celui de la lame. Si par contre vous cherchez à réaliser une pièce dont le diamètre est inférieur à celui de la lame, il faudra faire varier l'angle de votre guide d'équerre et travailler en plusieurs fois pour approcher la courbe.



La mise en pratique de l'art du trait nous invite à maîtriser de nouveaux procédés, qui font appel tant à des machines traditionnelles (ici la scie à ruban) qu'à des techniques inédites.

# Reportage : l'Art du Trait à l'atelier !

**Note :** je vous invite à lire l'article « Profiler des courbes à la scie circulaire » du *Bouvet* n° 186 pour approfondir cette technique.



## Débillarder les chants

La technique pour débillarder les chants est exactement identique à celle des faces : nous allons donner des traits de scie parallèles afin de dégrossir puis nous ferons la finition au wastringue et au racloir. Mais avant cela, il va falloir tracer les chants sur les deux faces précédemment débillardées.

### ○ Traçage

C'est maintenant que nous allons utiliser toutes les informations qui restent à notre disposition sur les chants et aux extrémités de la pièce.

Si vous regardez l'élévation sur votre épure, vous remarquerez que les lignes de chant supérieur passent par l'intersection des lignes de niveau et des génératrices de même numéro. Autrement dit, côté parement, la ligne de niveau n° 2 et la génératrice n° 2 se coupent sur la ligne de chant. Et côté contreparement, la ligne de niveau n° 2 et la génératrice n° 2' se coupent sur la ligne de chant.

Nous allons donc reprendre le même code couleur que celui utilisé sur les chants et, côté convexe, tracer toutes les génératrices 0, 1, 2... ainsi que les lignes de niveau 0, 1, 2... Leurs points d'intersection respectifs forment la ligne de chant supérieur de la partie convexe.



Vous pouvez à présent vérifier que vous avez été précis en y plaquant une règle souple. Celle-ci doit passer par tous les points d'intersection. En effet, je vous rappelle que la simplicité de cet exercice résulte dans la rectitude de son développement.



Pour tracer le chant inférieur, nous allons procéder exactement de la même manière que lorsque nous avons tracé l'élévation. Avec un compas, nous allons mesurer sur l'élévation (ou sur le développement), la hauteur de notre pièce le long d'une génératrice. Il suffit ensuite de reporter cette mesure sur les génératrices tracées sur la face convexe. Une fois de plus, vous pouvez vérifier la précision de votre tracé en y plaçant une règle souple.

## ○ Mise en forme

Comme dit précédemment, la mise en forme des chants utilise une technique en tous points similaire à celle des faces.



Comme pour les faces, il existe une méthode alternative. Mais avant de vous l'expliquer, il est important de comprendre que **les chants ainsi tracés sont rayonnants**. Cela signifie que si vous placez une équerre sur une génératrice, elle va venir se plaquer contre le chant. En d'autres termes, en chaque point de l'arête supérieure, la face est perpendiculaire aux chants... Bref : toutes les opérations qui nous amènent à ce point ne sont rien d'autre que du corroyage courbe.

Si les génératrices sont perpendiculaires aux chants, il est donc possible de découper les chants à la scie à ruban, en appui sur la surface convexe. Cette découpe est cependant délicate, car il faut à chaque instant orienter la pièce de bois dans trois dimensions. Nous avons l'habitude de le faire à plat sur la table, mais là, il faut veiller que la pièce de bois soit en appui sur la génératrice correspondant à l'endroit qui est coupé sur le chant. Ce qui fait qu'au fur et à mesure de votre avancée, il faudra changer « l'assiette » de votre bois.



Lors de votre premier essai, je ne peux que vous conseiller de prendre un peu de marge.

## Couper les extrémités



Il nous reste à faire les coupes de niveau. Elles sont normalement déjà tracées et la principale difficulté réside dans l'immobilisation des pièces sur l'établi. En effet, plus aucune face ou

chant de notre pièce n'est droit... C'est à ce moment-là que la méthode de découpe à la scie à ruban montre ses avantages, en permettant de réutiliser les dépouilles pour caler notre pièce qui est maintenant débillardée.



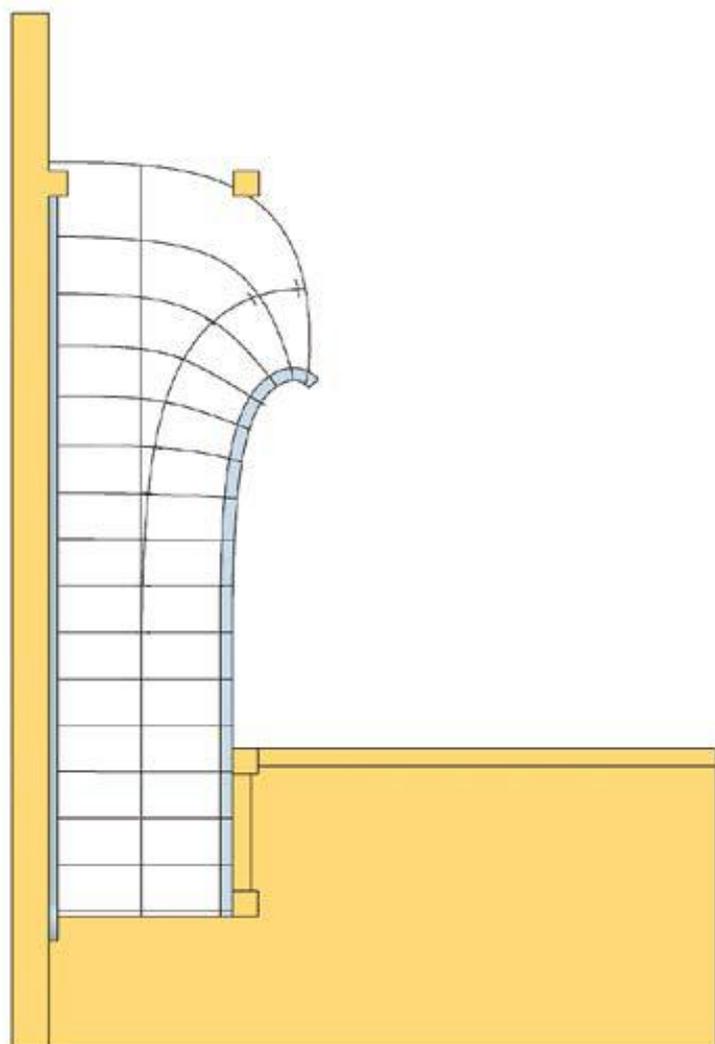
## DE NOUVEAUX OUTILS AU SERVICE DU « TRAIT »

Je vous propose maintenant de découvrir comment j'ai mis en pratique les connaissances acquises au cours mes premiers exercices ! Je me suis lancé dans la fabrication d'un escalier dont je n'osais même pas rêver il y a seulement quelques mois. Il est impossible, en quelques pages, de vous décrire l'intégralité de la conception et de la réalisation de cet escalier. Je vais donc focaliser mon attention sur la mise en pratique de l'art du trait pour la réalisation de l'« échiffre » : dans mon cas, c'est l'ensemble constitué du noyau, du limon courbe, du limon droit, du poteau d'arrivée et de la main courante.

### Un escalier en courbe irrégulière

Les étapes de calcul spécifique à l'escalier telles que la prise de mesures, le balancement des marches, le giron... ne seront pas détaillées. Par contre, il me semble important de vous livrer quelques éléments de compréhension qui ont orienté les choix de conception :

- deux trajectoires logiques peuvent amener au seuil de l'escalier. Elles sont séparées par un poteau porteur. L'escalier avec une double ligne de foulée trouve ici toute sa logique (schéma ci-contre).
- D'un point de vue esthétique, l'idée de départ de ce projet est un limon elliptique, qui vient rappeler le cintre de la poutre en lamellé-collé qui surplombe le salon. Pour le reste, je souhaitais quelque chose qui soit propice à mettre en pratique un maximum de nouvelles techniques et donc à développer un maximum de connaissances.

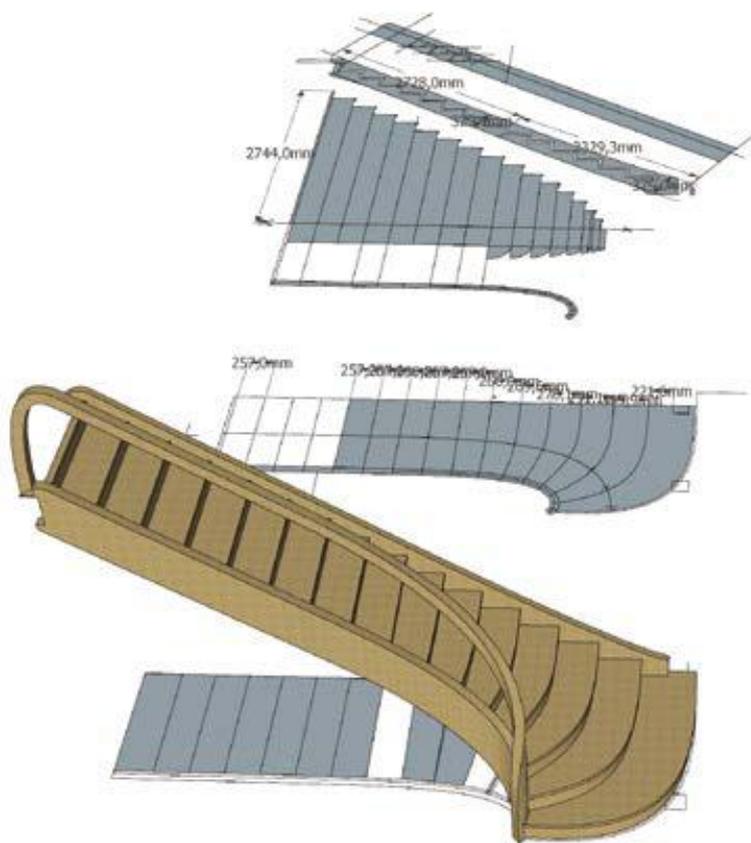




En observant la vue en plan, vous noterez que la partie supérieure de l'escalier est droite. Puis, lorsqu'on descend quelques marches, sa courbure commence. Elle ne fait que s'accroître pour finir avec un rayon de l'ordre de 10 cm à la manière d'un noyau.

## Des moyens modernes : l'épure sur ordinateur !

Lors de premiers exercices, je me suis contraint de tracer sur le papier les épures. Lorsque l'on fait un escalier de manière traditionnelle, il est commun de tracer cette épure sur le sol de l'atelier. Cela a de multiples avantages, cependant les dimensions trop modestes de mon atelier ainsi que son sol irrégulier ont rendu inenvisageable cette approche traditionnelle. J'ai donc décidé de réaliser entièrement l'épure sur ordinateur avec le logiciel SketchUp (qui existe dans une version gratuite appelée « Make »). J'ai bien dit réaliser une épure, c'est-à-dire un dessin à plat et non pas un modèle 3D comme celui de la précédente image.



Cette approche va me permettre de fractionner l'épure et de n'en imprimer que des zones partielles au fur et à mesure de l'avancée du projet.

## L'épure étape par étape

### ► La crémaillère

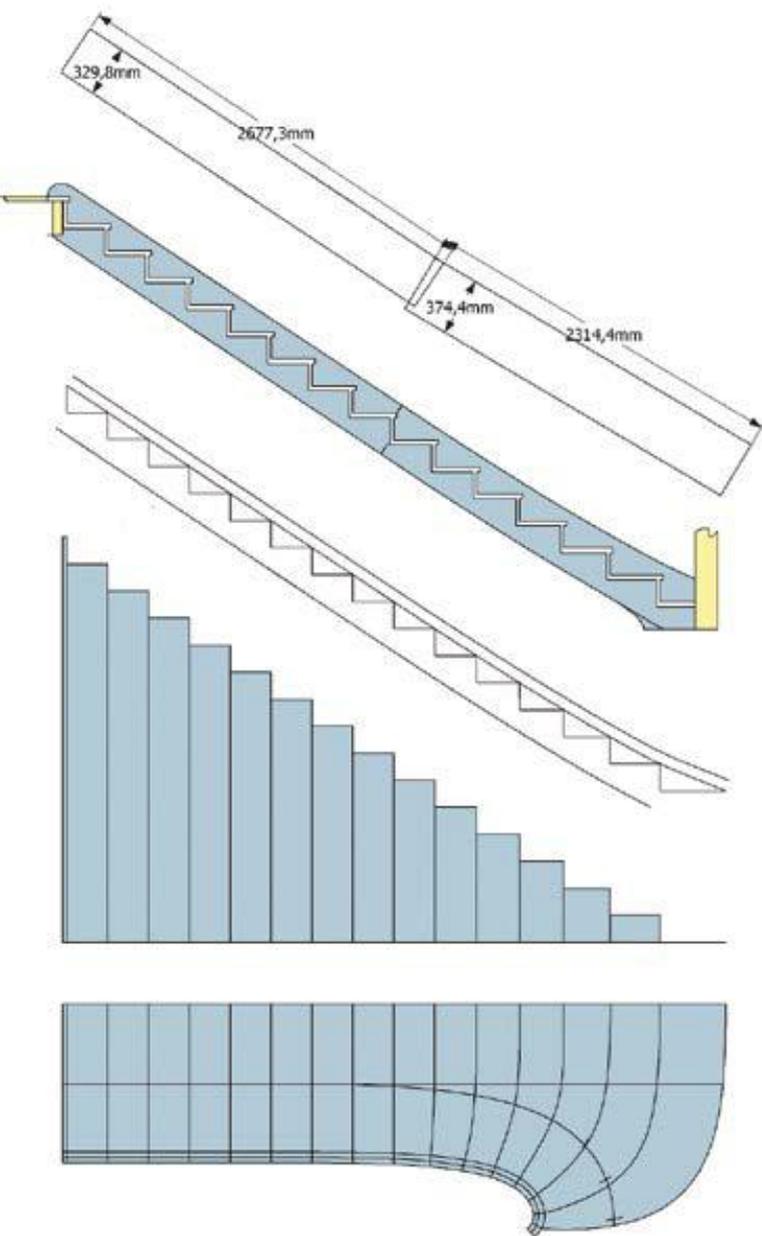
Je vais commencer par la crémaillère. Son tracé est simple : il s'appuie sur la mise en plan déjà réalisée. Il est important de garder en mémoire que dans toutes les étapes qui vont suivre, nos lignes de référence seront l'avant de la contremarche (et non pas le nez-de-marche) et le dessus de la marche. Nous pourrions très bien tracer un escalier en prenant d'autres lignes de référence, mais celles-ci ont l'énorme avantage d'être invariables, quelle que soit l'épaisseur des bois corroyés au final.

Le balancement des marches nous a donné la largeur de celles-ci côté mur. Nous allons nous appuyer sur ces largeurs et sur la hauteur de marche (qui a été calculée à 171,5 mm) pour tracer une ligne brisée correspondant à la crémaillère.

Puis nous allons tracer une courbe passant par le haut de chaque contremarche. Cette ligne sera ensuite décalée de 70 mm pour donner de l'espace devant les nez-de-marche. Une seconde ligne sera alors décalée dans l'autre sens de 330 mm.

**Note :** cette valeur est plus faible que pour une crémaillère traditionnelle. D'une part j'ai opté pour une crémaillère épaisse (50 mm) et d'autre part, je vis dans une maison à ossature bois et je pourrai donc fixer cette crémaillère en de multiples points directement dans l'ossature de la maison.

Il n'y a plus alors qu'à donner de l'épaisseur aux marches, aux contremarches... Cependant, ce travail n'est pas obligatoire puisque ce tracé sera refait directement sur les pièces à l'atelier. Si comme moi vous êtes contraints de la faire en plusieurs parties, il est par contre très intéressant de dessiner leur assemblage : cela vous permettra de déterminer les dimensions des différentes pièces de bois.



## Le développement de l'échiffre

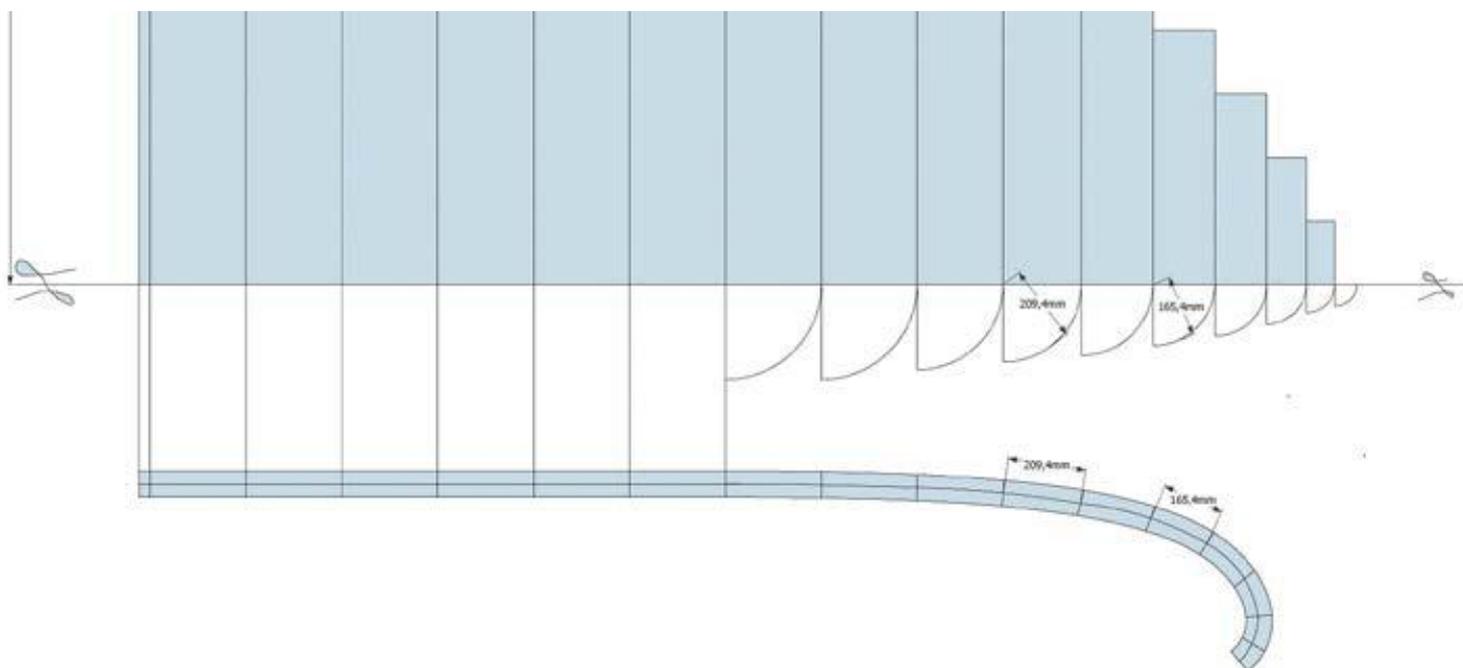
Avant de rentrer dans le vif du sujet, et de vous expliquer, pas après pas, le cheminement pour réaliser l'épure des différentes parties de l'échiffre, il me semble important d'apporter quelques éléments de compréhension.

Je ne vous en ai pas parlé, mais avant de me lancer dans mon escalier, j'ai fait un autre exercice. Celui-ci avait une courbe régulière sur sa vue en plan, mais possédait en plus un développement en arc de cercle. La pièce obtenue est alors en courbe irrégulière : elle est dite « cintrée en plan et en élévation ». Le développement en arc de cercle implique que les hauteurs ne sont pas constantes d'une génératrice à l'autre. Or pour tracer les lignes de chant inférieur de l'élévation, nous avons besoin de ces hauteurs. Il faut donc faire des allers-retours entre le développement et l'élévation afin de les reporter au compas.

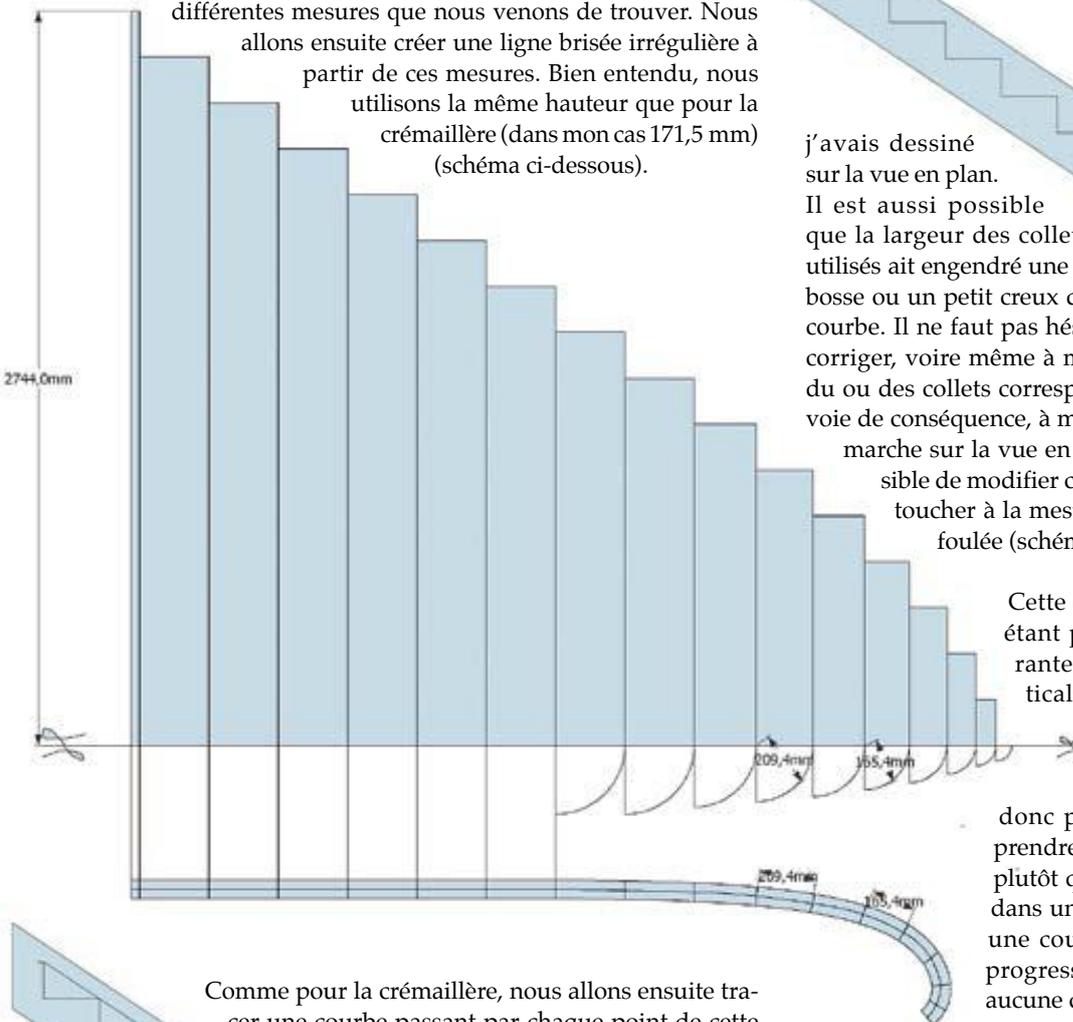
Pour l'escalier le principe va rester le même, mais deux difficultés supplémentaires sont apparues. D'une part, sur la vue en plan, la courbe est irrégulière. Et d'autre part l'échiffre est visible en parement côté vide, mais aussi côté escalier. Ces deux facteurs conjugués font que nous ne pouvons pas nous permettre de ne réaliser que le développement du parement : il en résulterait des déformations, qui rendraient les courbes côté escalier disgracieuses. **Nous allons devoir effectuer le développement de l'escalier par la « fibre neutre »**. En d'autres termes, nous allons tracer le développement du « milieu » de notre échiffre.

Il faut donc retourner sur la vue en plan, en extraire le limon puis tracer son axe (voir schéma ci-dessous).

Comme pour la crémaillère, le balancement des marches nous donne leur largeur aux collets (partie la plus étroite de la marche). Il faut prolonger le tracé des marches pour qu'il vienne couper la ligne d'axe. Ce prolongement ne se fait pas au hasard : il est fait perpendiculaire au limon dans sa partie droite, et de manière radiale dans sa partie courbe. Ce faisant, nous avons fractionné le trait d'axe de notre limon en autant de portions qu'il y a de marches. Nous allons nous appuyer sur la dimension de chacune de ces portions pour tracer le développement de l'échiffre.



Commençons par reporter sur un trait horizontal les différentes mesures que nous venons de trouver. Nous allons ensuite créer une ligne brisée irrégulière à partir de ces mesures. Bien entendu, nous utilisons la même hauteur que pour la crémaillère (dans mon cas 171,5 mm) (schéma ci-dessous).



Comme pour la crémaillère, nous allons ensuite tracer une courbe passant par chaque point de cette ligne brisée. Et ensuite la décaler de 70 mm vers le haut et de 330 mm vers le bas (schéma ci-contre).

**Remarques :** deux remarques me viennent à propos de ce tracé. La première, c'est que l'installation d'un plug-in SketchUp de type « courbe de Bézier » est ici particulièrement recommandée. La seconde concerne le gain de temps réalisé grâce au travail sur logiciel par rapport à un tracé grandeur réelle avec une cerce. En effet, dans le second cas, si comme moi vous travaillez seul dans l'atelier, il faut trouver des moyens de l'immobiliser avant de pouvoir tracer.

Nous en venons à une étape délicate qu'il ne faut absolument pas négliger car elle va déterminer l'esthétique de l'escalier : l'harmonisation des courbes. Nous allons prendre du recul et corriger la courbe que nous venons de tracer. Dans mon cas par exemple, j'ai infléchi la courbe du chant supérieur afin que le développement se termine verticalement à l'aplomb de ce que

j'avais dessiné sur la vue en plan.

Il est aussi possible que la largeur des collets utilisés ait engendré une petite bosse ou un petit creux dans votre courbe. Il ne faut pas hésiter alors à la corriger, voire même à modifier la largeur du ou des collets correspondants. Et donc, par voie de conséquence, à modifier la courbure de la marche sur la vue en plan. Il est tout à fait possible de modifier cette courbe sans pour autant toucher à la mesure du giron sous la ligne de foulée (schéma ci-dessous).

Cette étape d'harmonisation des courbes étant passée, il faut ajouter la main courante. Elle est située à 900 mm à la verticale des nez-de-marche. L'idée est de déployer une main courante qui vienne faire corps avec le limon. Elle émergera donc progressivement pour petit à petit prendre sa hauteur de 900 mm. À l'arrivée, plutôt que de la faire s'arrêter brusquement dans un poteau, j'ai décidé de lui imprimer une courbe. De ce fait, elle se transforme progressivement en poteau d'arrivée, sans aucune discontinuité (schéma ci-dessous).

## ► Partage de l'échiffre

En théorie, il pourrait être tout à fait envisageable de tracer l'élévation de l'ensemble de notre échiffre. Dans la pratique, il est évident que la réalisation d'une telle pièce à partir d'un seul bloc capable est totalement illogique. C'est ici que le mot « stéréotomie » prend tout son sens ! **Nous allons partager notre échiffre en différents éléments.** Je ne vais pas détailler leurs tracés, cependant il est important de savoir que ces différents éléments seront assemblés par des « coupes au crochet ». Or le repos de cet assemblage (sa partie horizontale) se place

# Reportage : l'Art du Trait à l'atelier !

au milieu de l'épaisseur d'une marche, afin de masquer le jour qui pourrait éventuellement apparaître dans le temps. La 10<sup>e</sup> marche marque le début de la partie droite de l'escalier, elle portera donc une coupe à crochet. Au-delà, nous aurons une portion de limon droit !

Pour partager la partie courbe du limon, il faut prendre en compte plusieurs éléments :

- plus les pièces sont petites, moins cela engendrera de gaspillage de bois, et plus le fil du bois sera respecté. En contrepartie, cela compliquera et multipliera les assemblages ;
- réciproquement, de longues portions de limon courbe, surtout avec un petit rayon de courbure, risqueraient d'être fragiles car trop en travers-fil.

À la vue du développement, le juste milieu semble être de couper la partie courbe du limon en deux éléments. Le début ayant un petit rayon de courbure, il faudra le faire court, pour ne pas avoir trop de travers-fil. Nous ne pouvons cependant pas couper avant la quatrième marche. En effet, plus bas, la coupe à crochet se retrouverait dans la zone où la main courante vient se fondre avec le limon.

De cette manière, le limon de l'escalier va être partagé en trois :

- le noyau, qui contiendra également l'amorce de main courante ;
- le limon courbe ;
- le limon droit (voir schéma ci-dessous).

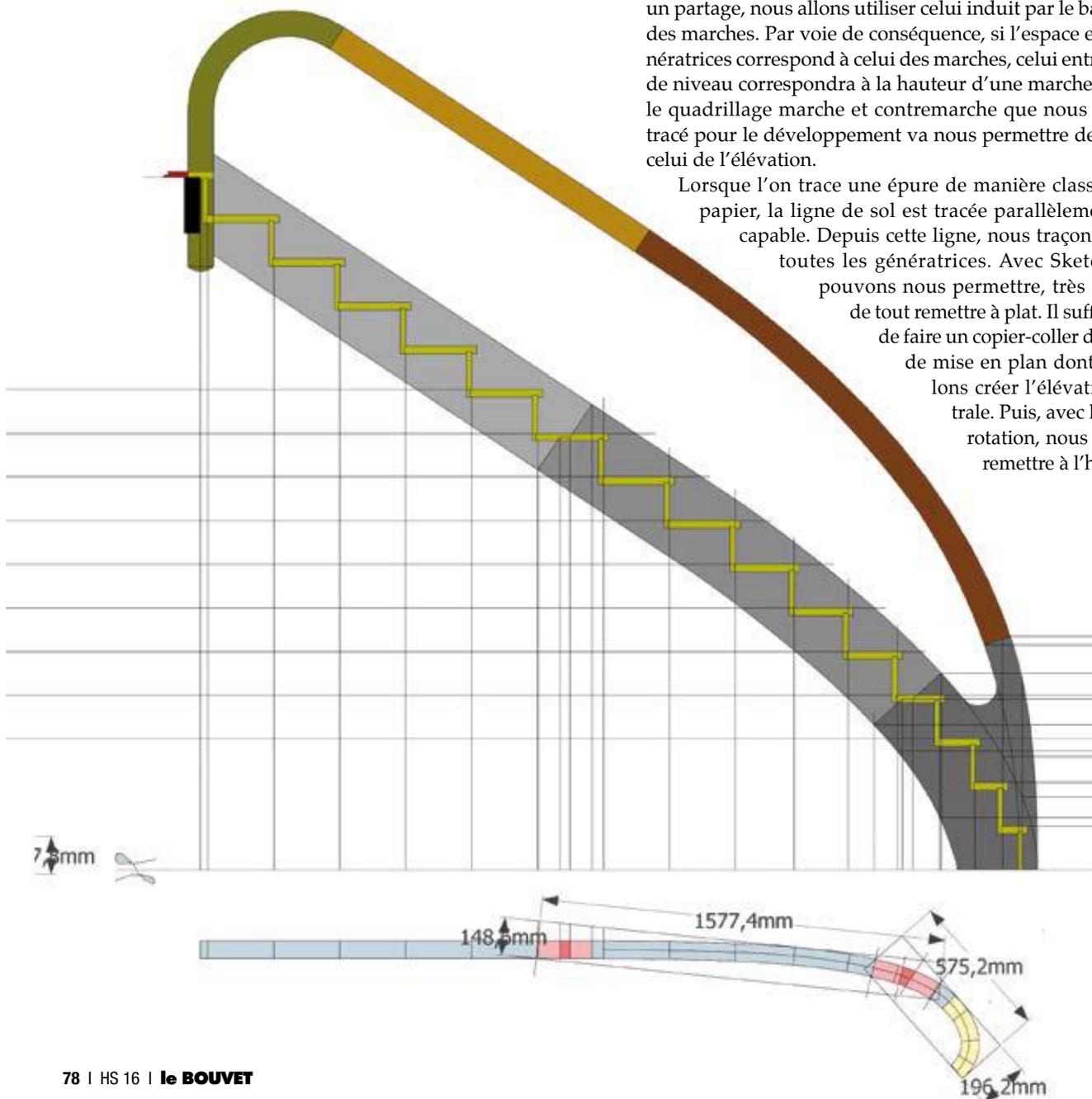
Le noyau et le limon courbe vont être débillardés à partir d'un bloc capable, de manière traditionnelle. La partie courbe en plan de la main courante sera quant à elle réalisée en lamellé-collé, ce qui – malgré les apparences – sera une réelle difficulté ! En effet, le rayon de courbure sera particulièrement resserré dans sa partie basse : sa courbe développée nous obligera à différencier chaque feuillet. Le poteau d'arrivée sera lui réalisé par une technique de lamellé-collé partiel (à la manière de l'architecte Alvar Aalto).

## Tracer l'élévation géométrale des pièces débillardées et leur calibre rallongé

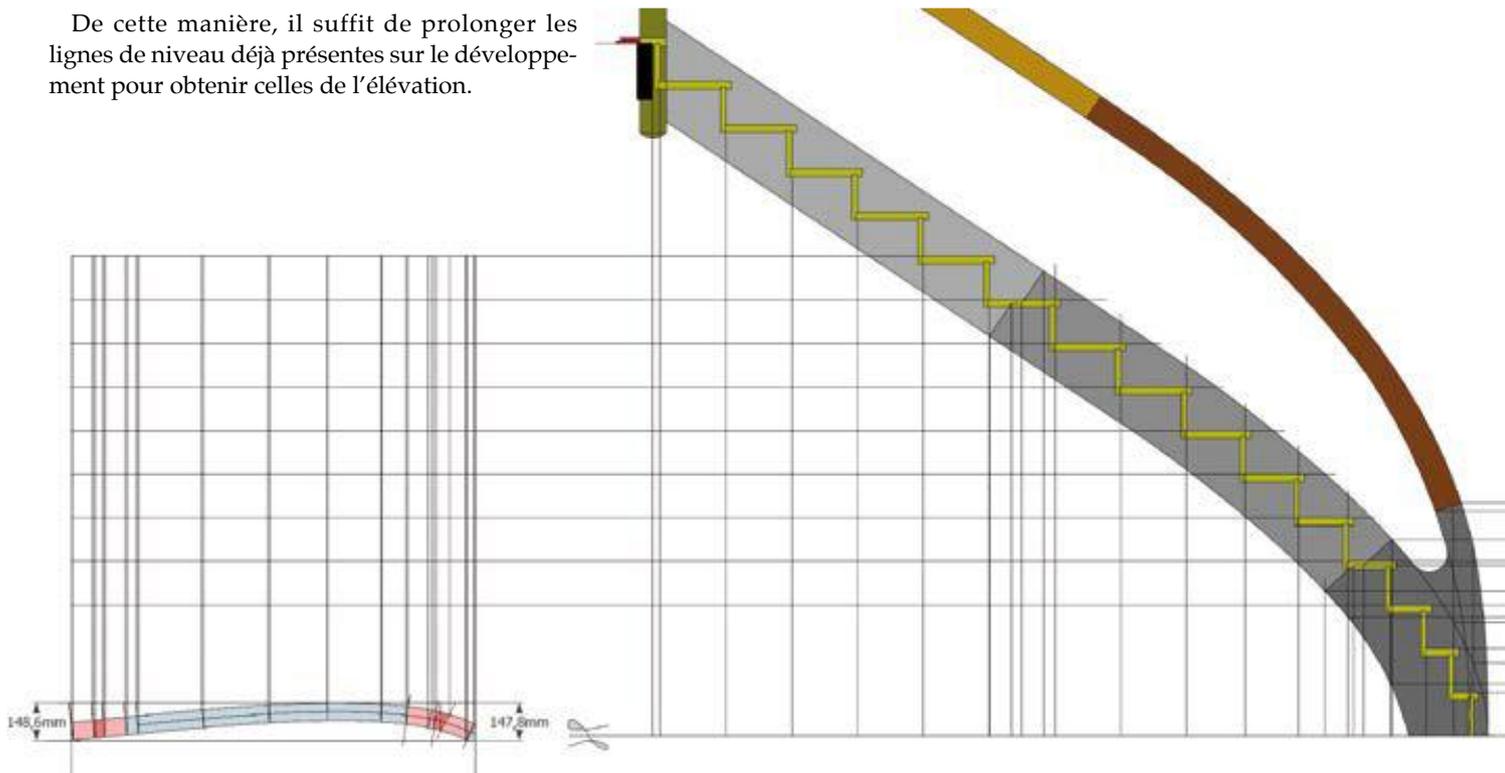
Je ne vais pas m'étendre sur le tracé des élévations : Sylvain en a longuement parlé dans les chapitres précédents. Je vais par contre développer ce qui fait la particularité de ce tracé lorsque l'on parle d'un escalier.

Sur une pièce classique, on partage la vue en plan pour obtenir un certain nombre de génératrices. Ici, plutôt que de refaire un partage, nous allons utiliser celui induit par le balancement des marches. Par voie de conséquence, si l'espace entre les génératrices correspond à celui des marches, celui entre les lignes de niveau correspondra à la hauteur d'une marche. De ce fait, le quadrillage marche et contremarche que nous avons déjà tracé pour le développement va nous permettre de construire celui de l'élévation.

Lorsque l'on trace une épure de manière classique sur le papier, la ligne de sol est tracée parallèlement au bloc capable. Depuis cette ligne, nous traçons d'équerre toutes les génératrices. Avec SketchUp nous pouvons nous permettre, très facilement, de tout remettre à plat. Il suffit pour cela de faire un copier-coller de la portion de mise en plan dont nous voulons créer l'élévation géométrale. Puis, avec les outils de rotation, nous pouvons la remettre à l'horizontale.



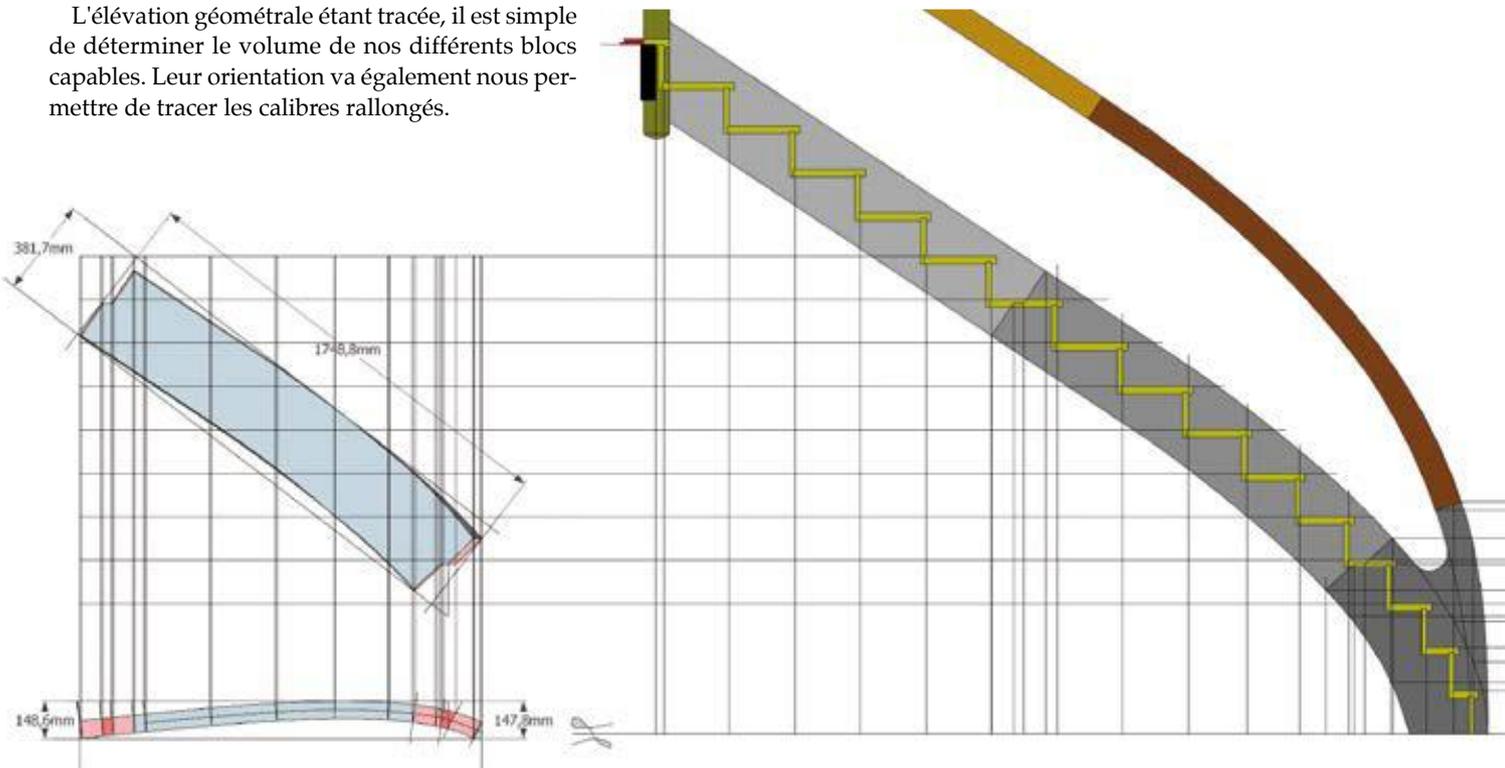
De cette manière, il suffit de prolonger les lignes de niveau déjà présentes sur le développement pour obtenir celles de l'élévation.



Le croisement des lignes de niveau avec les génératrices nous donne une série de points de référence que nous allons utiliser pour tracer les chants de notre pièce. Il suffit de mesurer sur le développement la distance entre ces croisements et les lignes de chant, puis de reporter ces mesures sur l'élévation.

Contrairement à notre premier exercice, nous sommes ici dans le cas d'une courbe irrégulière : les mesures que nous allons prendre sur le développement puis reporter sur l'élévation vont être différentes d'une génératrice à l'autre.

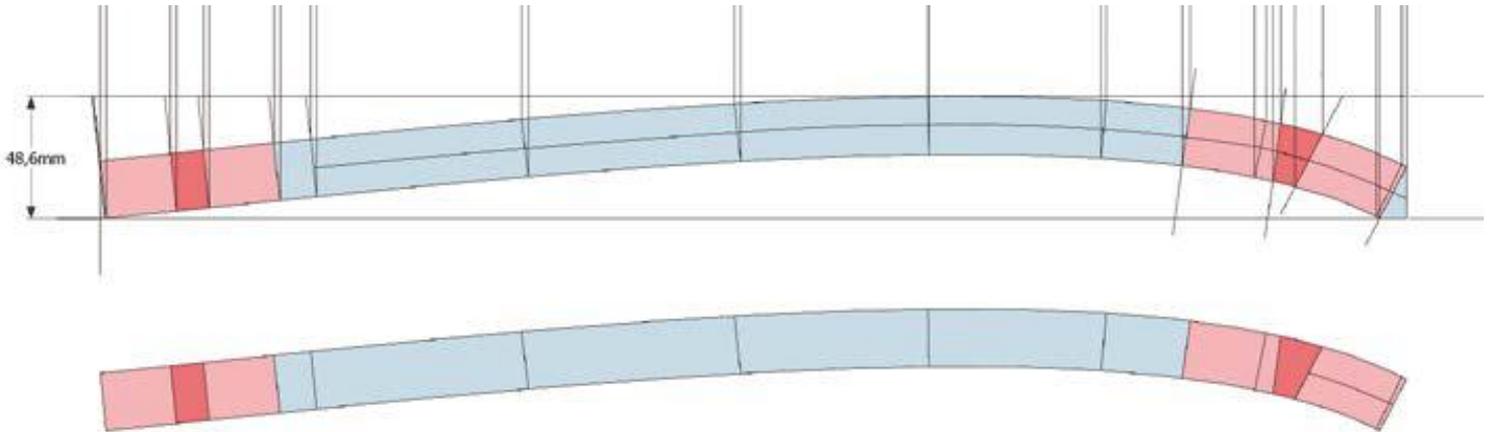
L'élévation géométrale étant tracée, il est simple de déterminer le volume de nos différents blocs capables. Leur orientation va également nous permettre de tracer les calibres rallongés.



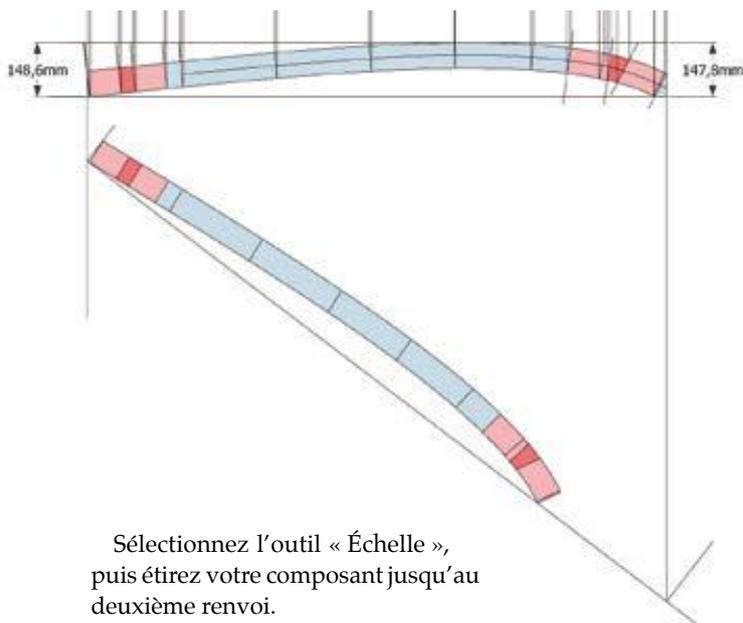
# Reportage : l'Art du Trait à l'atelier !

## À outil moderne, procédé moderne : définition du calibre rallongé :

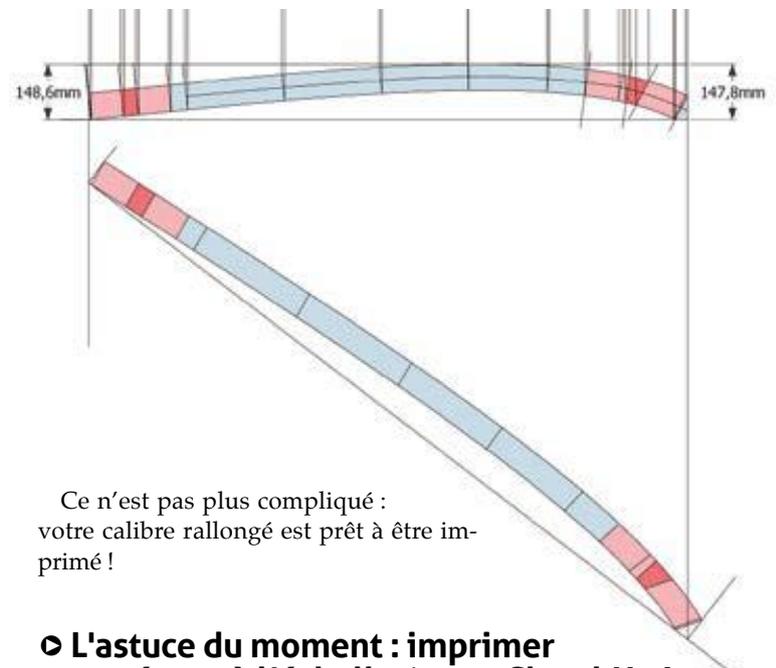
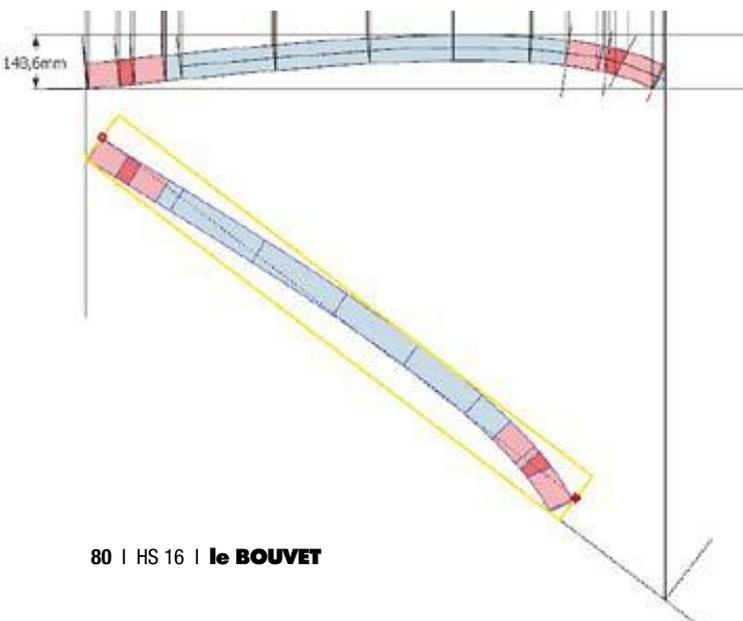
Si vous utilisez Sketchup pour tracer votre épure, je vous propose une méthode rapide pour obtenir le calibre rallongé. Commencez par faire une copie de la zone de la mise en plan concernée, et faites-en un composant.



Non loin de ce composant, tracez une ligne parallèle à l'orientation de votre bloc capable, et faites deux renvois d'équerre comme si vous alliez tracer le premier et le dernier point de votre calibre de façon traditionnelle. Tournez alors votre composant pour qu'il soit posé sur cette ligne et alignez le début de votre composant avec le premier renvoi.



Sélectionnez l'outil « Échelle », puis étirez votre composant jusqu'au deuxième renvoi.

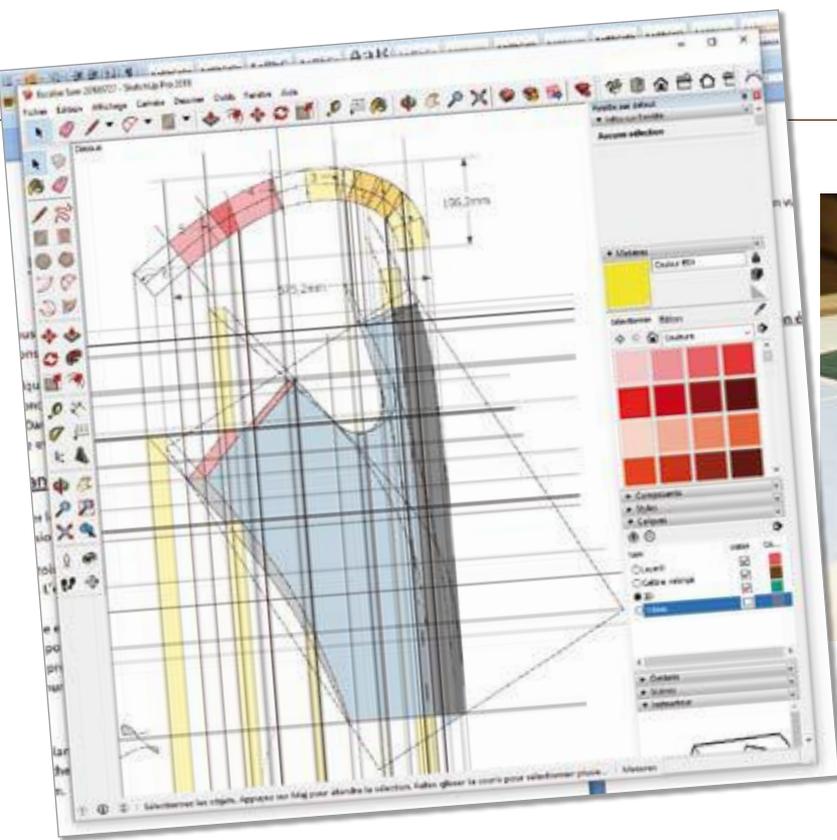


Ce n'est pas plus compliqué : votre calibre rallongé est prêt à être imprimé !

## ► L'astuce du moment : imprimer son épure à l'échelle 1 avec SketchUp !

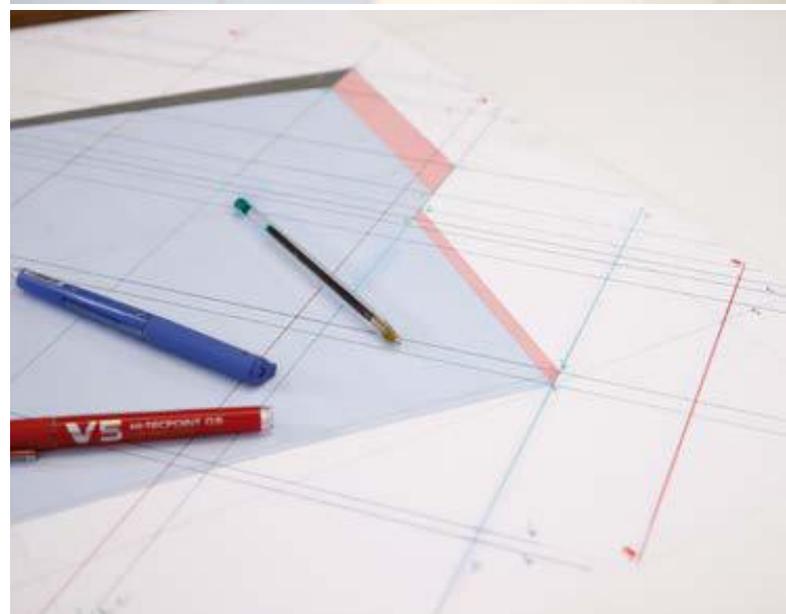
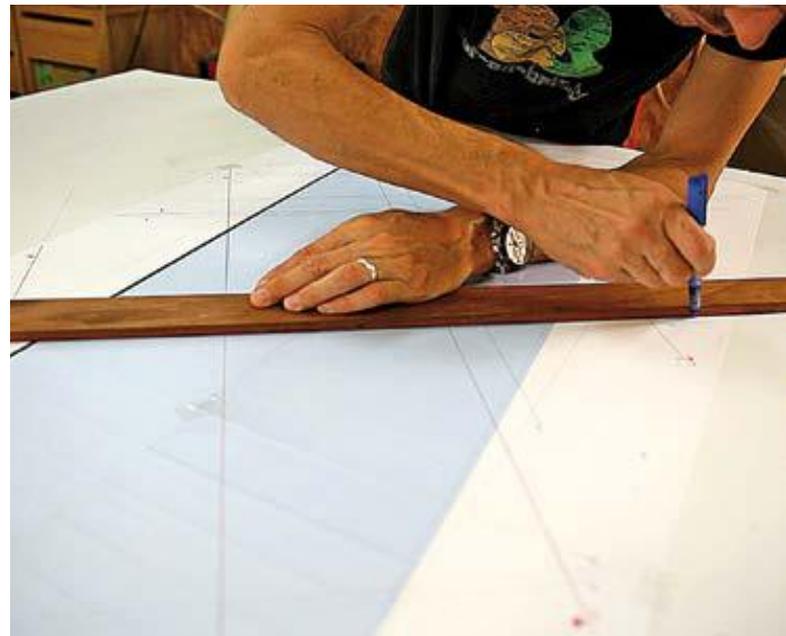
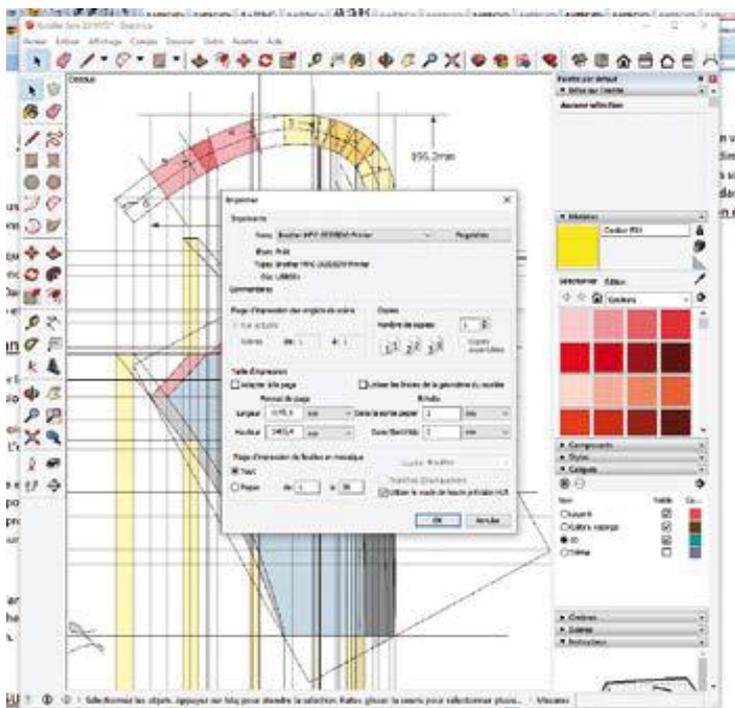
Notre épure est terminée, nous avons constaté à quel point c'était pratique de la tracer sur ordinateur, mais il faut maintenant passer à la pratique ! Nous avons besoin d'une épure réelle, tracée à l'échelle 1. Pour cela, il suffit de l'imprimer, et voici comment faire avec SketchUp :

- Placez-vous en vue de dessus.
- Réduisez et redimensionnez la fenêtre de Sketchup de telle sorte que vous ne voyez que la zone que vous souhaitez imprimer (voir visuel page suivante).
- Rendez-vous dans l'onglet « Fichier », choisissez « Imprimer », décochez les options « Adapter à la page » ainsi qu'« Utiliser les limites de la géométrie du modèle », cochez par contre l'option « Utiliser le mode de précision HLR ». Dans les cases correspondant à l'échelle, rentrez des valeurs identiques : 1 et 1 par exemple.



Avec ce procédé, la précision est excellente ! Les traits sont tellement fins que je préfère les repasser au stylo. J'utilise du vert pour tous les points liés à un assemblage, du rouge pour les lignes de niveau et du bleu pour les génératrices.

**Note :** si vous n'avez pas accès à ces cases, qu'elles sont grisées, rendez-vous préalablement dans l'onglet « Caméra » et sélectionnez « Projection parallèle ».



- Vous pouvez lancer l'impression ! Elle sera fractionnée en autant de pages que nécessaire.

Pour recoller les différentes feuilles sur une fine planche de contreplaqué, j'utilise de la colle en bombe repositionnable. Notez que pour ne pas accumuler de petites erreurs au cours de mon collage, j'ai découpé les marges de l'imprimante et j'ai tracé quelques lignes de référence sur ma planche de contreplaqué. Cela me garantit un bon alignement et espacement des feuilles les unes par rapport aux autres.

## Débillarder des pièces volumineuses : on innove !

Contrairement aux pièces débillardées réalisées pour mes précédents exercices, ici, les volumes et masses de bois sont importants :

- Noyau : longueur 860 x largeur 650 x épaisseur 200, soit 80 kg
- Limon courbe : longueur 1 750 x largeur 385 x épaisseur 150, soit 70 kg

Cet encombrement va nous conduire à développer des techniques alternatives et efficaces, que je vous propose d'aborder maintenant.

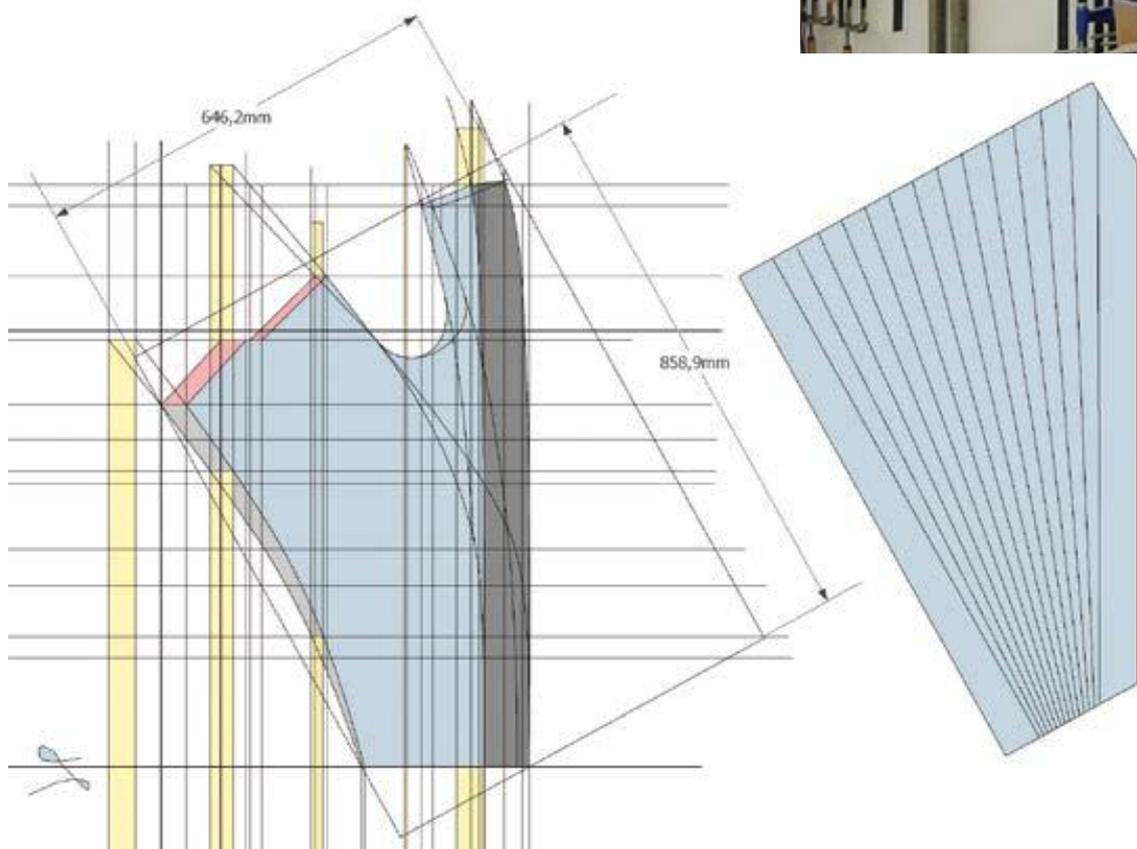
### Les blocs capables

Pour réaliser le noyau, je suis donc parti en forêt à la recherche d'un arbre tordu, avec un départ de branche au niveau de ma courbure. Après trois jours de recherche, j'ai enfin trouvé l'oiseau rare... En fait non ! Revenons sur terre : je ne suis pas un doux rêveur. J'ai simplement reconstitué mes blocs capables à partir des bois les plus épais que je pouvais trouver chez mon grossiste.

Pour le limon courbe, cela s'est fait assez simplement avec sept épaisseurs de frêne préalablement corroyé dans de l'avivé de 60 mm d'épaisseur.

Pour le noyau, par contre, il y a une grosse variation entre la partie inférieure du limon qui est en pente douce, tandis que le départ de main courante est quasiment vertical. Il n'est donc pas envisageable de reconstituer le bloc capable avec une seule orientation des fibres. Le bloc capable sera reconstitué en épi, à partir d'éléments trapézoïdaux. Cependant, afin de limiter autant que faire se peut l'apparition de joint de colle sur les chants, le premier et le dernier élément de ce collage resteront « entiers ».

Pour préparer cet assemblage, j'ai simplement corroyé classiquement suffisamment de bois. J'ai ensuite recoupé les pièces selon une pseudo-diagonale. Pour cela, j'ai placé un système de butées sur le chariot de ma scie à format, qui m'a permis d'immobiliser précisément et en toute sécurité mes bois selon l'orientation déterminée sur l'épure. Après avoir fait deux traits de scie sur le dessous et le dessus, la découpe pouvait se finir à la volée sur la scie à ruban.



J'avais anticipé que le collage d'éléments trapézoïdaux entre eux générerait du glissement. J'avais donc collé des cales sur les pièces périphériques, permettant de faire un renvoi d'angle. De cette manière, la force des serre-joints était exercée perpendiculairement à la moyenne des orientations des joints de colle. Cependant, ça n'a pas été suffisant : au cours du collage, mes bois se sont mis à glisser ! Heureusement, j'avais gardé de la sur-longueur, ce qui m'a permis de visser les différents éléments entre eux.



### o Dresser les blocs capables

Avec cette méthode, les blocs capables sont dressés sur les chants, mais leur extrémité présente des irrégularités. Il est donc nécessaire de les dresser un minimum. Je commence par couper les surlongueurs avec une petite tronçonneuse, puis je place deux règles sur les faces afin de créer un appui pour la défonceuse.



Je peux alors utiliser une fraise droite pour surfer l'extrémité.

**Note :** le plus difficile ici n'est pas de dresser l'extrémité, c'est de redresser le bloc capable et de l'immobiliser verticalement, il fait environ 80 kg !

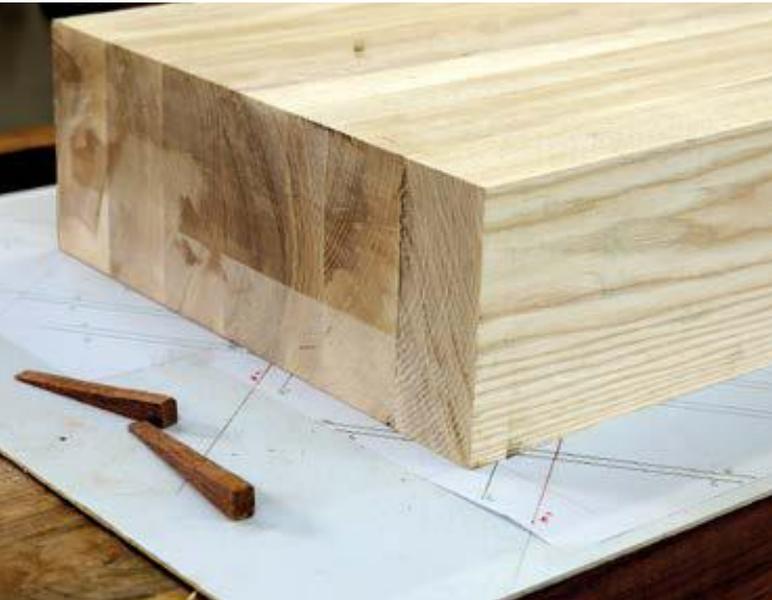


### o Tracer les blocs capables

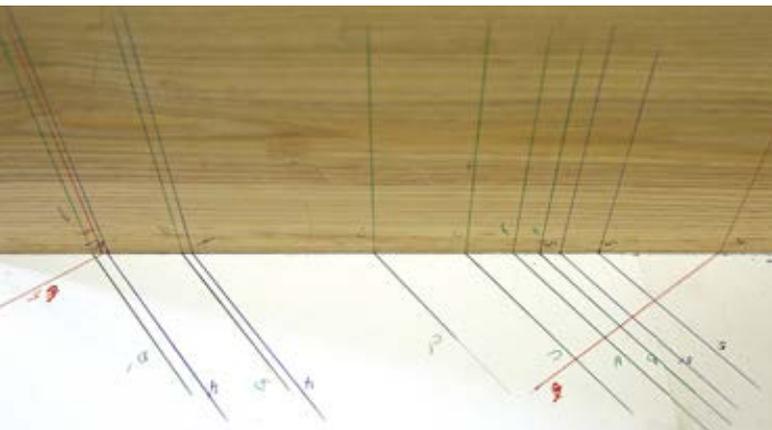
Si vous avez compris le principe sur une pièce d'entraînement, ici, ce n'est pas différent. C'est simplement beaucoup plus gros. Le bloc est placé sur l'épure de telle sorte que l'élévation ne soit plus visible, mais que seules les différentes lignes débordent sur le tour du bloc.



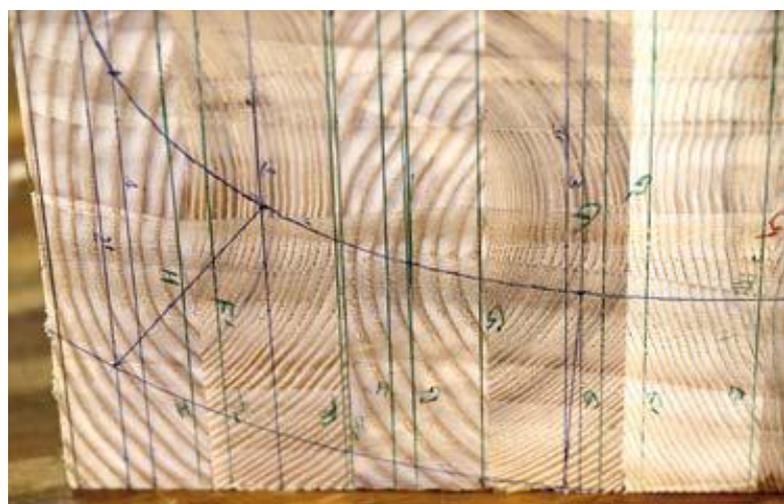
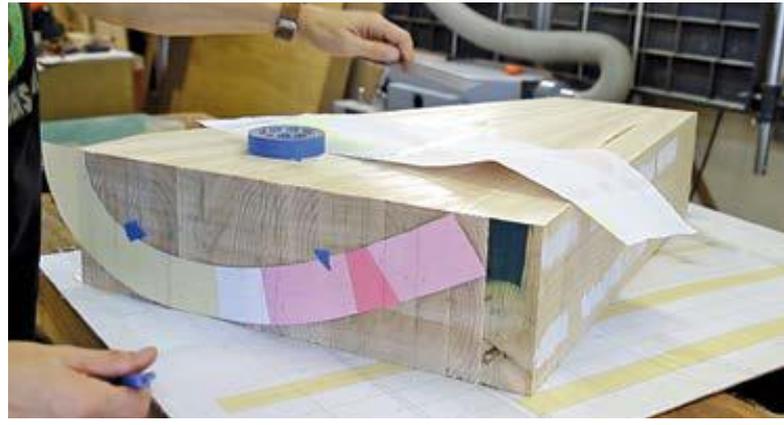
# Reportage : l'Art du Trait à l'atelier !



Chaque ligne est alors remontée sur le tour du bloc, en prenant soin de les numéroter et d'utiliser des couleurs différentes selon le type de ligne.



Le calibre rallongé est tracé très simplement puisqu'il a été préalablement imprimé et collé sur un contreplaqué fin.



**Note :** la forme très particulière du noyau impose de reporter tous nos tracés sur la face du dessus. En effet, lorsque nous aurons usiné la partie convexe du noyau, le chant du bloc capable avec tous ces traits aura disparu. Ceci s'explique, car la courbure importante du noyau fait que son chant émerge au niveau de la face supérieure du bloc capable.



## ▣ Débillarder les faces

Le principe de mise en forme pour débillarder les faces est le même que celui déjà expliqué au premier exercice. Je vais me concentrer ici sur les particularités liées à l'encombrement du projet. Pour donner les traits de scie, le plus simple est d'utiliser une scie plongeante.



Cependant, le creux des parties concaves est plus important que la capacité de ma machine. Pour le limon courbe, je procède donc en deux étapes. Je coupe tout ce que je peux, puis je dégrossis une surface suffisamment plate pour recommencer une seconde série de traits de scie.



Pour le noyau, la profondeur des entailles à réaliser est tellement importante qu'il n'est pas envisageable d'utiliser la scie plongeante. J'ai donc bricolé un dispositif permettant de limiter la profondeur des passes sur la tronçonneuse. Bien sûr, ce dispositif est moins précis qu'une scie plongeante. Lors de son utilisation, je prends garde de ne pas trop m'approcher des lignes.



Ce travail préparatoire à la tronçonneuse étant effectué, il faut dégrossir la forme en faisant disparaître les « lamelles » de bois (on dégage le « bois de chute »). Un gros ciseau de charpente et un marteau font très bien l'affaire.



# Reportage : l'Art du Trait à l'atelier !



On obtient alors une surface grossière, mais débarrassée.



La suite des opérations pourrait se faire avec des outils à main, mais j'ai en ma possession un disque à sculpter qui se monte sur disqueuse (« Turboplane » d'Arbortech). Cela va me permettre de m'approcher à 1 ou 2 mm des lignes et de gagner un temps énorme.



Ce disque est extrêmement pratique, mais ce n'est pas un outil de finition : à un moment ou un autre, il faut donc le poser et sortir les rabots. Or la première face débarrassée est la face concave, il va donc falloir utiliser un rabot à semelle convexe.



Le mien est réalisé à partir d'un vieux rabot de tonnelier. Sa semelle bombée a simplement été arrondie dans une seconde direction. Notez que la convexité de la semelle de ce rabot est amenée à évoluer au cours du projet afin de s'adapter à la zone travaillée. J'ai donc commencé par m'en servir dans la partie la plus droite du limon courbe et j'ai accentué la convexité de sa semelle au fur et à mesure que je me rapprochais des faibles rayons de courbure du noyau.



Je ne vais pas vous mentir, j'appréhendais la prise en main de ce rabot ! Eh bien j'avais tort : il s'est avéré agréable à utiliser, car même s'il est d'une conception rustique, avec une large lumière propice aux arrachements, il est presque toujours possible de l'utiliser de telle sorte qu'il couche les fibres du bois. De ce fait, il est possible d'obtenir un très bon état de surface.

Comme pour tous les rabots classiques, il est en outre possible de le pousser de travers. Cela va changer l'angle de coupe, mais ici, cela va également permettre de faire varier la courbure de la partie en contact avec la pièce rapportée. En effet, dans la largeur, la convexité de la semelle n'est pas la même que dans la longueur. De ce fait tous les rayons de courbure intermédiaires sont accessibles en changeant l'angle de dérive du rabot.

La finition de la partie concave se fait avec un racloir muni d'une poignée pour être plus efficace.



L'usinage de la partie concave n'a laissé que peu de surface d'appui, il faut visser des cales aux extrémités du bloc afin de redonner de la stabilité à notre pièce avant d'envisager de travailler sur la surface bombée.



Quoiqu'il en soit, même avec ce petit désagrément, le débâblage de la face convexe est bien plus facile à exécuter !



En effet, après avoir dégrossi au ciseau et au maillet, nous pouvons utiliser des rabots standards à semelle plate, dont le rendement est bien supérieur. Ils sont poussés en travers-fil, parallèlement aux génératrices. Dans mon cas, je commence par un rabot de type riflard afin de retirer de gros copeaux et ainsi rapidement m'approcher du tracé.



Je poursuis avec une varlope, et je fais la finition avec un rabot à angle faible poussé dans le sens de la longueur.





## Tracer sur les surfaces convexes et concaves

Sur les deux surfaces que nous venons de créer, il faut tracer :

- les génératrices ;
- les lignes de niveau ;
- les lignes d'assemblage de nos coupes à crochet.

Je vous rappelle que dans le cas de mon escalier, les génératrices correspondent au devant de la contremarche et les lignes de niveau au dessus de la marche.



En théorie, l'intersection d'une ligne de niveau avec une génératrice nous donne un point précis. En pratique il suffit que la règle souple utilisée ne soit pas parfaitement plaquée pour que nos lignes aient une légère inflexion ! Il est donc prudent de vérifier tout ce qui peut l'être. Une pige placée verticalement sur le noyau peut par exemple permettre de vérifier que les lignes de niveau sont précises.



Les lignes de niveau étant vérifiées, chaque point peut alors l'être à son tour. Il suffit pour cela de prendre les hauteurs théoriques sur l'épure et de vérifier qu'elles correspondent avec celles tracées sur nos faces débarrassées.





Lorsqu'on est satisfait de la précision, on peut faire une petite hachure pour localiser les entailles des marches et contremarches, puis les réaliser à la défonceuse.

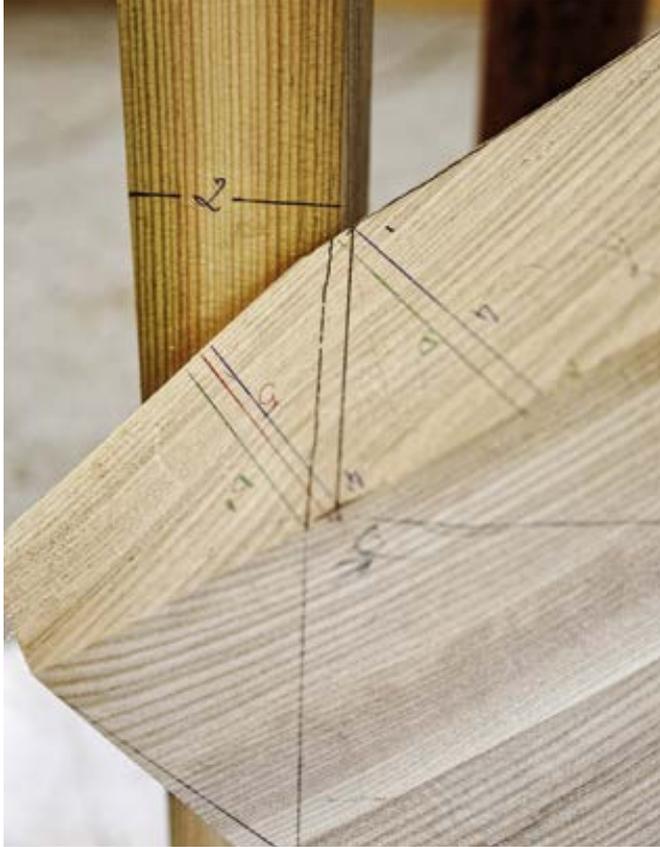


Les entailles de marche et de contremarche étant faites, nous allons exécuter les coupes à crochet. Je ne m'attarde pas sur cette étape, spécifique à mon escalier. Notez par contre que ces coupes sont ajustées en plaçant les différents éléments sur un moule, qui reprend la forme de la vue en plan.



## Reportage : l'Art du Trait à l'atelier

De plus, pour être le plus précis possible, les montants du moule sont placés à l'aplomb des génératrices, ce qui permet de bien vérifier que les différentes portions de limon sont correctement placées les unes par rapport aux autres et respectent la vue en plan.



SketchUp n'est plus là pour réaliser de belles courbes, nous devons utiliser la cerce. Mais ici, même seul, il est facile de travailler, car elle peut être immobilisée avec des serre-joints.



La méthode pour réaliser ce débillardé est semblable à celle décrite précédemment. Je vais juste ajouter une petite hachette à la liste des outils, toujours dans un souci de gagner du temps.



### o Débillarder les chants

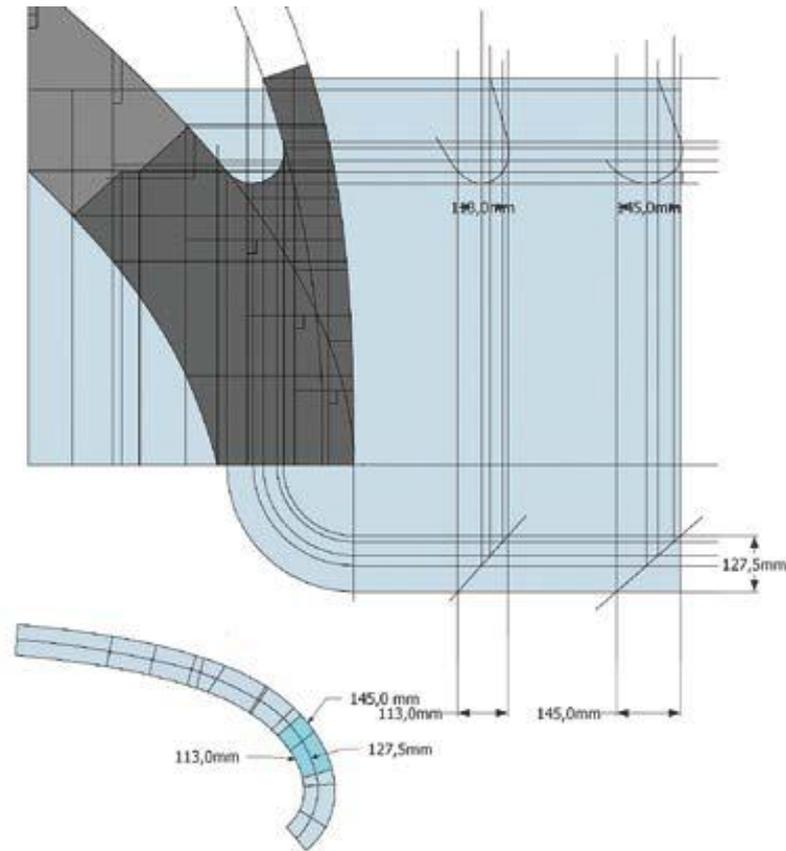
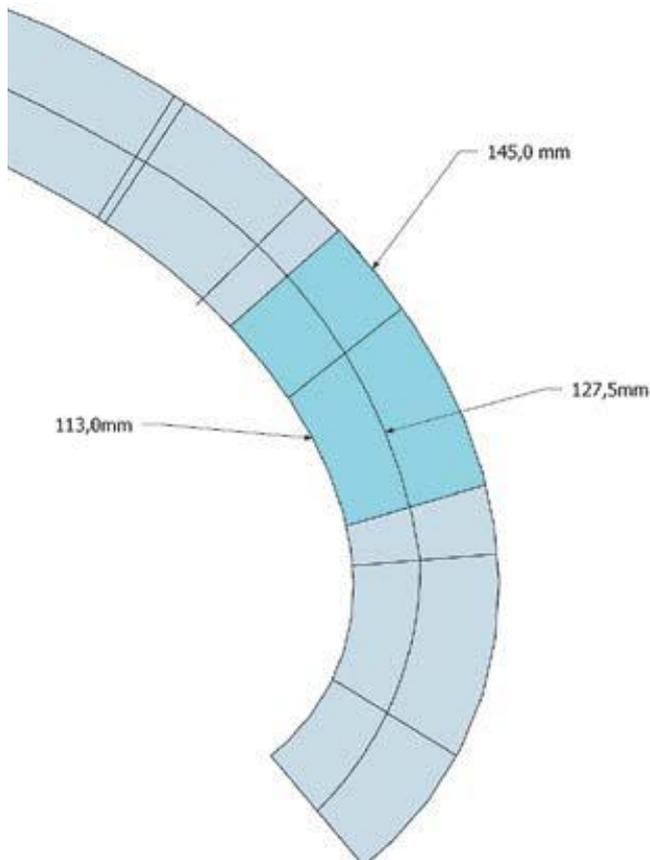
Les deux parties courbes du limon étant maintenant assemblées, on peut débillarder leurs chants. Je rappelle que l'intersection des génératrices avec les lignes de niveau nous donne des points de référence. Ceux-ci vont nous permettre de reporter les mesures d'aplomb prises sur l'échiffre et nécessaires pour tracer la courbe de chant.

Il y a pourtant une zone où cette méthode ne fonctionne pas. Le raccord entre le limon et la naissance de la main courante est tellement serré qu'il serait vraiment délicat d'utiliser une cerce. D'autant que pour avoir suffisamment de précision, il aurait fallu placer quatre ou cinq génératrices intermédiaires dans un petit espace, ce qui aurait eu pour conséquence de grandement compliquer la lecture de l'épure ! Je retourne donc sur SketchUp et je trace les développements de cette courbe aussi bien dans sa partie convexe que concave.

Pour mémoire, le développement complet de notre épure est réalisé au niveau de la fibre neutre. La liaison entre le limon et la naissance de la main courante est un arc de cercle régulier. Lorsque nous allons transposer cet arc de cercle sur le parement du limon et sur son contreparement, ce développement en arc de cercle va être déformé.

Une méthode rigoureuse permet de tracer ces développements. Je la détaille plus loin, dans la partie traitant du lamellé-collé de la main courante. Mais dans l'immédiat, je vous propose une approche approximative qui part du principe que la partie de vue en plan concernée par cette jonction entre limon et main courante est suffisamment petite pour être assimilée à un arc de cercle régulier. Du coup, les déformations du développement selon que l'on se place côté parement ou contreparement vont être proportionnelles au rayon de courbure. En d'autres termes, nous allons simplement tracer une augmentation et une réduction proportionnelle de cette courbe.

La longueur de la portion de fibre neutre concernée par cette jonction est de 127,5 mm. En traçant les rayons, j'obtiens que dans la partie concave il faudra réduire cette portion à 113 mm tandis que dans la partie convexe il faudra l'augmenter à 145 mm. Ces mesures étant prises, je n'ai plus qu'à les utiliser pour tracer ma réduction et mon augmentation. Souvenez-vous par contre que cette méthode est approximative : si vous observez déformations disgracieuses de la courbe, il ne faut pas hésiter à légèrement la lisser.



**Note :** ce dessin est un pur exercice de style lorsqu'il est fait dans un logiciel muni d'un outil « Échelle » ! Il est en effet tout à fait possible de faire ce travail en utilisant une méthode similaire à celle expliquée précédemment pour le calibre rallongé.

Ce travail sur l'ordinateur étant fait, il suffit de l'imprimer, de le découper puis de le reporter sur les faces. Ce papier est très simple à positionner puisqu'il suffit d'aligner une génératrice et une ligne de niveau.



À cet endroit du noyau, le bois est debout. Pour mettre en forme la courbe, il faut changer de méthode. Je commence par la dégrossir avec le disque à sculpter, puis je fais la finition à la gouge et à la râpe (voir page suivante).



Disque à sculpter, ciseau, râpe : le façonnage des pièces complexes mêle les outils traditionnels et les dernières innovations !



Posons-nous, et regardons notre travail ! Nous avons sous les yeux un joli morceau de bois dont les courbes pourraient faire penser, aux non-initiés, qu'il s'agit d'une sculpture d'art. Mais vous savez que la forme est précisément celle que vous aviez tracée sur votre épure ! Il n'y a ici aucune improvisation.

## TECHNIQUE MODERNE : UNE MAIN COURANTE DÉBILLARDÉE EN LAMELLÉ-COLLÉ !

Cette main courante, même à posteriori, je ne saurais vous dire si c'est le dessert ou le plat de résistance de cette réalisation. Une chose est par contre certaine : sans l'art du trait, elle est totalement inenvisageable !

Lorsque l'on veut réaliser une pièce en lamellé-collé, l'épaisseur des feuillettes dépend du rayon. On la calcule avec la formule :  $\text{épaisseur} = \text{rayon} / 200$ . Au plus bas de ma main courante, le plus faible rayon de courbure est proche de 160 mm, si je divise ce nombre par 200, j'obtiens une épaisseur de feuillettes inférieure à 1 mm.

Cette formule basique est pratique, mais elle est adaptée au lamellé-collé « plat ». Elle ne prend pas en compte la pente  $\hat{A}$  de notre pièce. Voici la formule corrigée (trouvée dans le livre *Les Escaliers en bois lamellé collé* de « L'Encyclopédie des métiers » éditée par les Compagnons du Devoir) :

$$\text{Épaisseur} = \text{rayon} / (\cos^2(\hat{A}) \times 200)$$

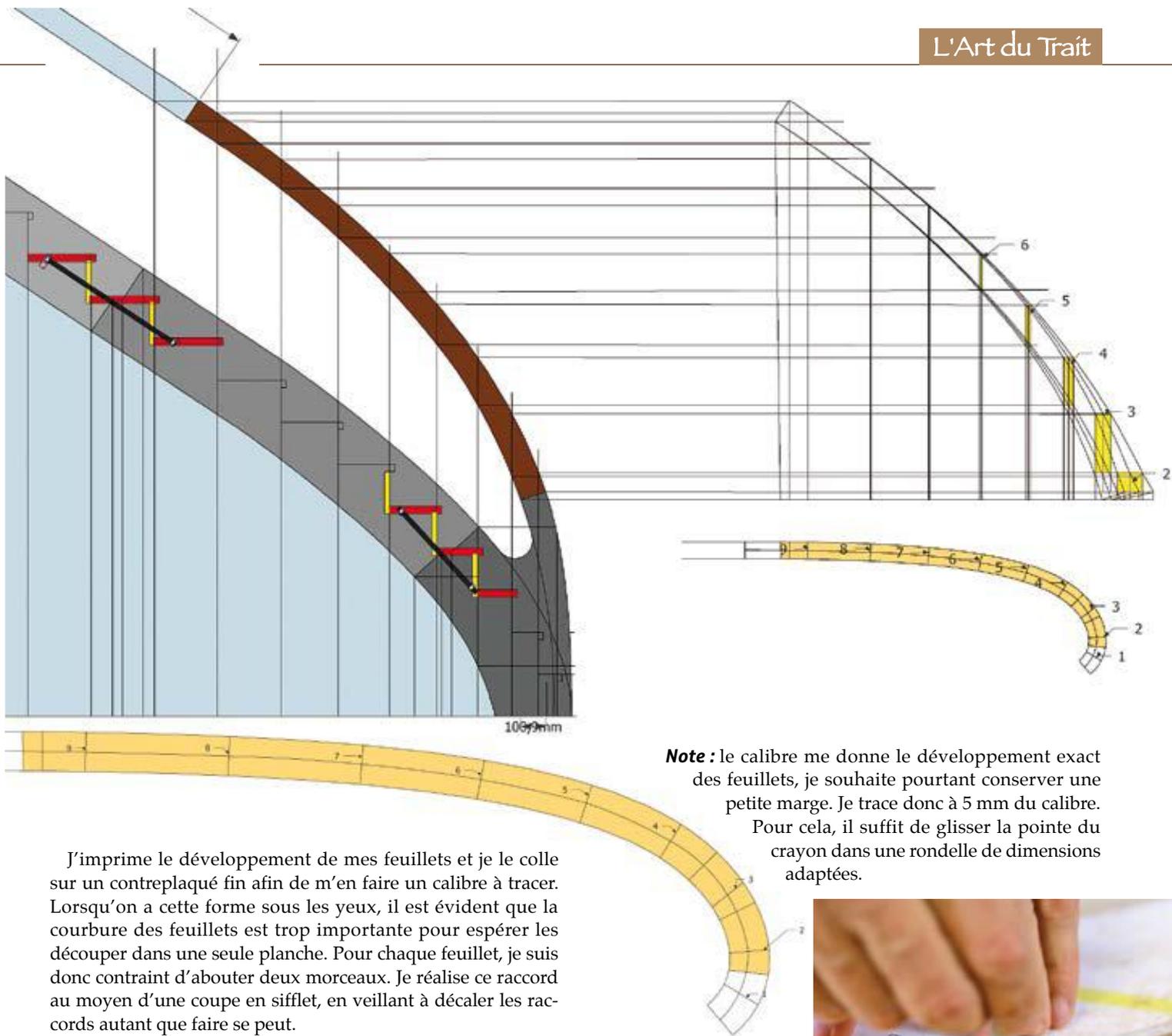
Avec ma pente de  $60^\circ$  et mon rayon de l'ordre de 160 mm, j'obtiens alors une épaisseur de feuillettes de 2,5 mm. Pour obtenir une main courante de 70 mm, il me faudrait 28 feuillettes. Cependant côté contreparement, avec les 70 mm d'épaisseur supplémentaires, le rayon de courbure passe à 230 mm, ce qui me permet d'envisager des feuillettes d'environ 4,5 mm. Je décide donc de réaliser des feuillettes dont l'épaisseur va progressivement passer de 2,5 mm à 4,5 mm. Ils seront au nombre de 23 !

Il faut maintenant déterminer la forme des feuillettes. Vous comprendrez facilement que le feuillette intérieur sera plus court que le feuillette extérieur et n'aura donc pas la même forme. Cette forme n'est rien d'autre que le développement du feuillette en fonction de sa place sur la vue en plan. Je ne vais réaliser que 3 développements : celui de la fibre neutre (qui est déjà réalisé), auquel je vais ajouter ceux du parement et du contreparement. Sur la vue en plan, il faut donc mesurer chaque portion des lignes de parement et de contreparement.

Au fur et à mesure que vous reportez ces mesures sur une ligne horizontale, un décalage se crée. Il est matérialisé par la largeur des rectangles jaunes. Il n'y a plus alors qu'à transposer les hauteurs d'aplomb depuis le développement de la fibre neutre et nous obtenons nos trois tracés.

Au premier abord ce dessin peut paraître confus. Mais si vous le regardez attentivement, vous allez comprendre que les lignes passant par le côté gauche des rectangles jaunes donnent la forme du feuillette intérieur tandis que les lignes passant par le côté droit des rectangles jaunes donnent la forme du feuillette extérieur.

Pour obtenir la forme des 20 feuillettes intermédiaires, je vais réaliser un travail plus rapide, mais approximatif, de partage proportionnel entre ces différentes courbes.

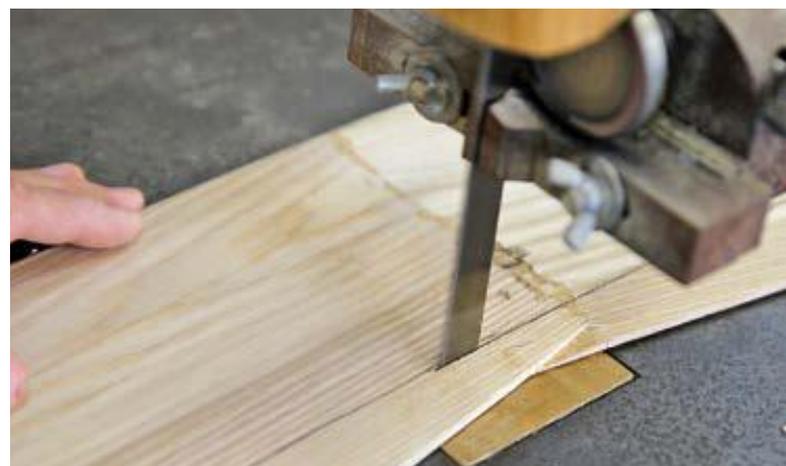
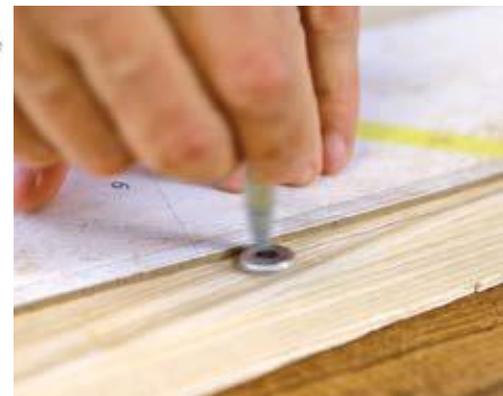


**Note :** le calibre me donne le développement exact des feuillet, je souhaite pourtant conserver une petite marge. Je trace donc à 5 mm du calibre. Pour cela, il suffit de glisser la pointe du crayon dans une rondelle de dimensions adaptées.

J'imprime le développement de mes feuillet et je le colle sur un contreplaqué fin afin de m'en faire un calibre à tracer. Lorsqu'on a cette forme sous les yeux, il est évident que la courbure des feuillet est trop importante pour espérer les découper dans une seule planche. Pour chaque feuillet, je suis donc contraint d'abouter deux morceaux. Je réalise ce raccord au moyen d'une coupe en sifflet, en veillant à décaler les raccords autant que faire se peut.

Une fois ce premier collage réalisé, je dois les tracer. Cependant, les tracés de tous ces feuillet sont tous regroupés sur un seul calibre. Je procède donc par étape, je trace la courbe inférieure du feuillet n° 1, puis je ponce mon calibre jusqu'à atteindre la courbe correspondant au feuillet n° 2. Je peux alors tracer la ligne inférieure du feuillet n° 2 et ainsi de suite. Une fois que toutes les lignes inférieures sont tracées, je répète les mêmes étapes pour les lignes supérieures.

La découpe des feuillet n'a nul besoin d'une grande précision, elle est simplement réalisée sur la scie à ruban.



## Reportage : l'Art du Trait à l'atelier !



Pour le collage, et la mise en forme des feuilletés, je vais réutiliser le moule qui m'a permis d'assembler les différentes portions de limon. Le serrage va se faire au moyen d'une trentaine de presses « faites maison » : elles sont constituées de deux tasseaux traversés par de la tige filetée. De cette manière, je pourrai utiliser la visseuse à choc pour mettre en pression.



Pour ce type de collage complexe, il est absolument essentiel de faire une répétition de la mise sous presse. Dans mon cas par exemple, lors de cette répétition, la force du bois mis en flexion a fait casser l'un des montants du moule. Il est aussi extrêmement important d'utiliser une colle lente. J'utilise de la colle époxy, qui me laisse plus d'une heure avant de polymériser. La colle est étalée à l'aide d'une spatule crantée afin de doser au mieux la quantité nécessaire.

Malgré cette précaution, il est inévitable que des coulures apparaissent. J'ai donc pris soin d'emballer l'ensemble de mes feuilletés dans un film (type cellophane) (voir photo ci-dessus).



Afin de placer le paquet de feuillets correctement sur le moule, j'ai pris plusieurs précautions. Sur chaque montant du moule (je vous rappelle qu'ils correspondent à une génératrice du développement), j'ai noté la hauteur à laquelle devra passer le premier feuillet. À l'aide du calibre à tracer, j'ai également noté sur chaque feuillet la position de la neuvième génératrice. Au moment du collage, je n'ai donc qu'à aligner mes feuillets et à veiller à ce que le premier soit correctement placé !



Ça, c'est la théorie, et lors de la répétition à blanc tout s'était parfaitement passé. Sauf que la présence de colle rend les feuillets beaucoup plus glissants les uns par rapport aux autres, ce qui a provoqué un léger affaissement des feuillets extérieurs. Du côté de la jonction avec la partie droite de l'escalier, ce glissement est à peine perceptible, mais à l'opposé, dans la partie la plus courbe, le glissement est nettement plus important. Les 5 mm de marge prévue au départ ne seront pas suffisants : il va falloir légèrement retravailler la courbe de la main courante !



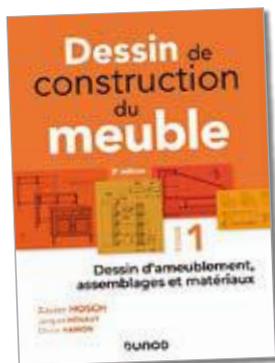
Quoiqu'il en soit, la pièce obtenue devra être retravaillée, un peu à la manière des pièces débillardées dans la masse. Sauf qu'ici, nous n'avons pas d'informations préalablement transférées depuis l'épure sur la pièce de bois. Pour retrouver ces repères, que ce soit des lignes d'aplomb ou des lignes de niveau, il suffit d'utiliser les montants du moule ainsi que les repères inscrits pour placer correctement le premier feuillet.



## DÉCOUVREZ, EXPÉRIMENTEZ : LANCEZ-VOUS !

Ceux d'entre vous qui me connaissent savent à quel point j'aime les défis et apprendre de nouvelles techniques. Autant vous le dire tout de suite, avec la fabrication de cet escalier, j'en ai eu pour mon compte ! Je suis même plus d'une fois passé par des moments de découragement tant le volume de travail et le nombre de techniques nouvelles étaient grands. Mais derrière moi, il y avait un homme passionné, mû par son envie de partage de connaissances. Il a su me faire trouver des ressources que je ne me connaissais pas. Merci Sylvain : tu m'as permis de découvrir cette dimension supérieure dans ma passion. Rendez-vous compte qu'avec les techniques de l'art du trait utilisées pour la réalisation de cet escalier, vous êtes capable d'exécuter n'importe quelle pièce de bois, aussi tordue soit-elle ! Alors qu'attendez-vous pour vous y essayer ? ■

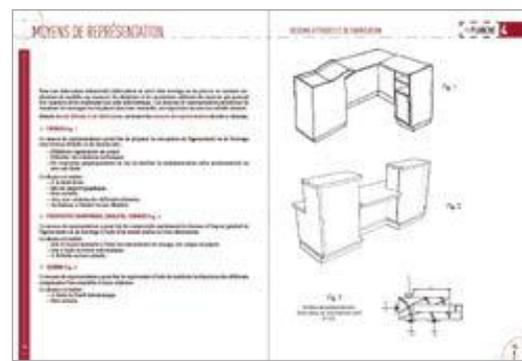
## > DESSIN TECHNIQUE ET MOBILIER



Parution : 07/2019

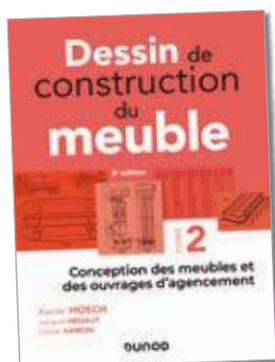
Pour qu'un meuble soit réussi, il faut qu'il ait été bien conçu, et bien dessiné. C'est tout l'objet de ce livre technique en deux tomes, dont c'est ici la troisième édition complétée et mise à jour. Les auteurs ont tous été enseignants ou élèves de la prestigieuse école Boulle qui forme, à Paris, aux métiers du bois. Ils ont pour ambition de donner toutes les bases du dessin technique, nécessaires à ceux qui sont amenés à analyser et à proposer des constructions de meubles pour l'artisanat ou l'industrie. En expliquant aux artisans comment dessiner un projet de meuble conciliant les exigences de fabrication, mais aussi de qualité et de prix. C'est « *un inventaire complet des matériaux et des moyens à employer pour obtenir les meilleures*

*conditions de fabrication et de prix de revient* ». Cette nouvelle édition présente les dessins et leurs explications sous forme de planches. Elle aborde aussi de nouvelles normes, en particulier dans les représentations et les spécifications, réactualisant ce « grand classique », pour accompagner les fabricants de meubles tout au long de leur activité.



**Dessin de construction du meuble, tome 1.** Xavier Hosch, Jacques Hénaut, Olivier Hamon

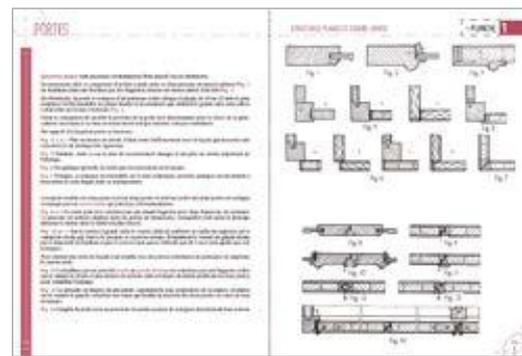
## > MOBILIER : DESSIN ET AGENCEMENT



Parution : 08/2019

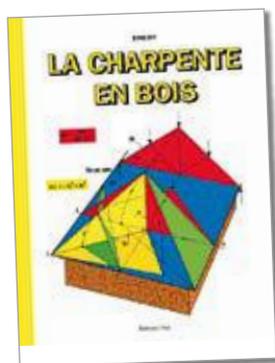
Dans ce second volume de leur guide sur les bases du dessin technique, les auteurs poursuivent leur exploration minutieuse des méthodes à la disposition du dessinateur de mobilier. Il est ainsi consacré plus spécifiquement à un aspect qui intéresse tous les boiseux : la conception des meubles. Avec la même approche, bien sûr, que le tome précédent : proposer des planches pédagogiques à tous les étudiants en ébénisterie et menuiserie, mais aussi aux professionnels du domaine (artisans, industriels, architectes d'intérieur...). Cette troisième édition bénéficie de l'ajout de plusieurs parties concernant l'agencement, un domaine devenu incontournable depuis quelques années. Ses auteurs y présentent et représentent

les différents éléments constitutifs d'un meuble (éléments de structure, portes, tiroirs, abattants...), les techniques d'assemblages et les matériaux.



**Dessin de construction du meuble, tome 2.** Xavier Hosch, Jacques Hénaut, Olivier Hamon

## > CHARPENTE



Parution : 07/2019

Référence sur son sujet depuis plus de trente ans, cet ouvrage a été tout récemment réédité en fac-similé. Illustré de dizaines de plans, de projections et d'abaques, il s'adresse en priorité aux apprentis et aux charpentiers professionnels en place, exigeant un bon niveau de connaissances mathématiques et une maîtrise du dessin technique. En trois parties, sous forme de doubles-pages le plus souvent, il s'efforce d'aborder l'intégralité des tracés de charpente et des calculs de structure, en adéquation avec les cas de figure que peuvent rencontrer les charpentiers sur le terrain. Sa première partie traite de manière traditionnelle du « trait » de charpente avec le tracé en vraie grandeur sur l'épure, en recourant à la géométrie descriptive. Sa deuxième partie concerne le tracé de charpente obtenu par calcul mathématique, pour le tracé par programmation informatique : plusieurs cas sont abordés, du plus simple au plus complexe, présentant à chaque fois les données, les formules de calcul et les résultats. Sa troisième partie traite de la statique des fermes et des combles, et du calcul de résistance et de structure : à la traction, à la compression, à la flexion et au cisaillement, ainsi que les efforts et contraintes supportés par le bois et les assemblages. Une dizaine de programmes de calcul des efforts sont ensuite expliqués. Une bible pour les charpentiers adeptes de l'art du trait.

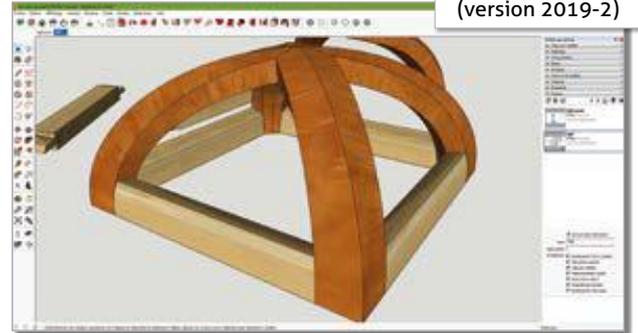
**La Charpente en bois.** Gilbert Emery

## > UNE VASTE COMMUNAUTÉ



Le logiciel SketchUp se présente maintenant dans sa version 2019-2. Si vous nous lisez régulièrement, vous ne pouvez que connaître ce logiciel de modélisation 3D, qui existe dans plusieurs versions gratuites : une à exécuter en ligne via un navigateur Internet (appelée « Free ») et une à télécharger (appelée « Make »). Nous l'utilisons très régulièrement pour les plans que nous publions dans nos revues, et

c'est le cas de ceux présents dans ce hors-série. Il a pour principal avantage d'être relativement facile à prendre en main, et notre livre *SketchUp pour le bois* publié l'an dernier peut être une aide précieuse pour tous ceux qui en auraient besoin. Mais il a aussi été adopté par une très large communauté de passionnés du travail du bois, ce qui permet de bénéficier par Internet de très nombreuses ressources gratuites : conseils (sur des forums comme « Copains des Copeaux »), tutoriels vidéos, modèles 3D tout prêts (sur la base de données « 3D Warehouse »)... Un incontournable.



Mise à jour :  
06/2019  
(version 2019-2)

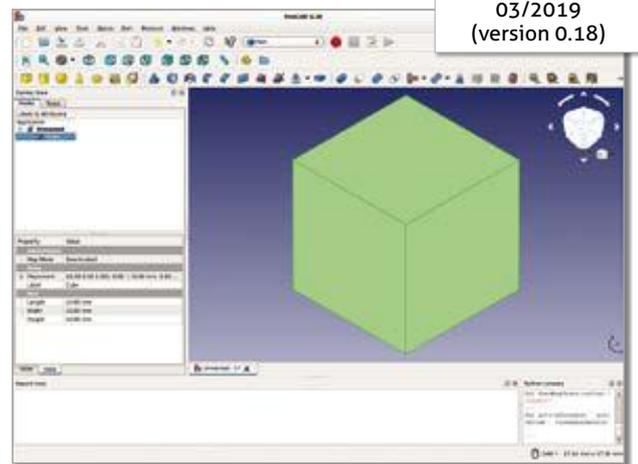
SketchUp

## > UN LOGICIEL ENGAGÉ



FreeCAD est un logiciel « libre », ce qui n'est pas synonyme de « gratuit » (FreeCad l'est bel et bien, ceci dit !), mais qui veut dire que le logiciel prône le partage : l'utilisation, l'étude, la modification et la duplication par autrui en vue de sa diffusion sont permises, techniquement et légalement. FreeCad a la particularité d'être « paramétrique », ce qui signifie que chaque pièce est définie par

des paramètres techniques précis, qui peuvent être modifiés en temps réel, le logiciel adaptant automatiquement le modèle complet en conséquence. Il permet également de produire des mises en plan de qualité. En contrepartie de sa puissance, le logiciel n'est pas facile à prendre en main, avec un procédé de modélisation divisé en « ateliers » : la consultation des guides techniques disponibles librement sur Internet (notamment un « wiki » très fourni) est une étape chronophage mais obligatoire. FreeCad évolue à peu près chaque année, sa dernière version intégrant entre autres de nouveaux outils d'esquisse et de conception de pièces, ainsi que des dizaines d'amélioration des capacités et de la stabilité.



Mise à jour :  
03/2019  
(version 0.18)

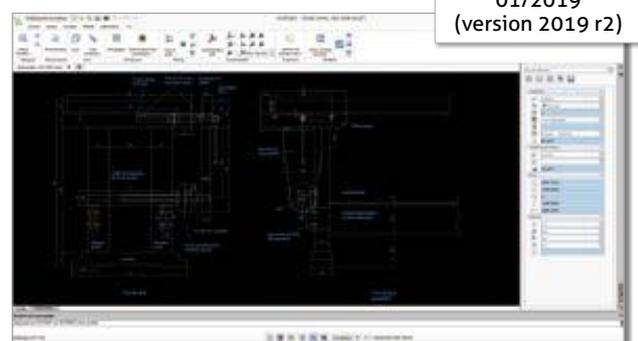
FreeCAD

## > 2D GRATUITE ?



En 2019, DraftSight opère un changement radical avec une mise à niveau offrant de nouvelles fonctionnalités et des capacités 3D robustes. Un bond en avant qui a un coût : DraftSight n'est plus proposé en téléchargement gratuit. Il fait désormais l'objet d'un abonnement annuel (à 99 €), une version d'évaluation gratuite de 30 jours permettant tout de même de découvrir la dernière version sans engagements. Les anciennes versions gratuites cesseront de fonctionner après le 31 décembre 2019. Domage pour la communauté qui avait adopté ce logiciel puissant, bien adapté au dessin de plans en 2D. À la rédaction de BLB-bois, nous avons nous aussi adopté DraftSight, avec lequel nous réalisons certains plans, notamment pour mettre des cotes (SketchUp étant un peu basique sur cet aspect).

**Remarque :** il existe plusieurs alternatives à DraftSight, gratuites ou à prix très bas, utilisables pour le dessin vectoriel en 2D et même 3D, et qui offrent notamment une compatibilité avec les formats DWG et DXF, très répandus. On peut citer par exemple ZWCad, NanoCad, ViaCad (2D ou 3D), QCad ou même Inkscape (2D seulement)... Chacun a ses spécificités et fonctionnera plus ou moins bien selon l'âge et la complexité du dessin à traiter.



Mise à jour :  
01/2019  
(version 2019 r2)

DraftSight

# Formations en ligne



Depuis 2015, BLB-bois organise des formations au travail du bois. Elles ont déjà répondu aux attentes de plus de 500 passionnés. Sur notre plateforme de formations en ligne, nos spécialistes vous apprennent à concevoir avec le logiciel SketchUp, à fabriquer des meubles en bois massif et à maîtriser une défonceuse.



## BOIS DE PALETTE

*Fabriquez votre mobilier*

Vous apprendrez, en 35 vidéos, à recycler le bois de palette pour le transformer en meubles uniques.



## MENUISERIE

*Fabriquez vos meubles en bois massif*

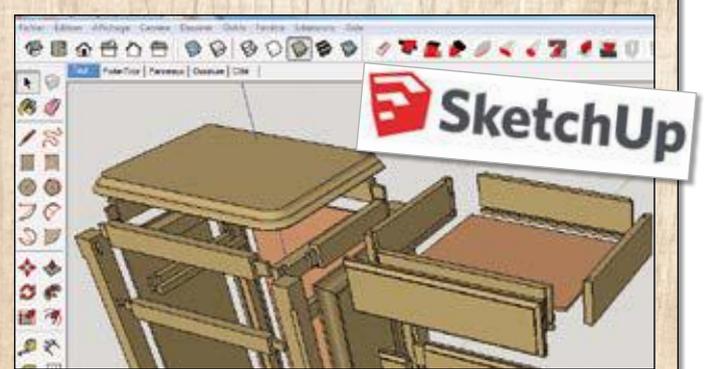
Un programme de 90 vidéos pour travailler le bois à l'électroportatif avec le YouTubeur Samuel Mamias



## DÉFONCEUSE

*Découverte et maîtrise*

Incontournable pour travailler le bois, la défonceuse peut vous accompagner dans tous vos projets.



## SKETCHUP

*Initiation et modélisation d'un meuble complet*

Initiez-vous à SketchUp et aux plug-ins BLB-bois pour être capable de concevoir tous vos projets avec le logiciel.

*Composées de tutoriels vidéo, mémos, articles et quiz, ces formations se suivent sur Internet, chez vous, à votre rythme.*

## Formule A

Abonnez-vous 1 an =  
6 numéros + 1 hors-série



## Formule B

Abonnez-vous 1 an =  
6 numéros + 1 hors-série + l'accès  
aux versions numériques sur tablette



Avec l'application BLB-bois, accédez aux numéros compris dans votre abonnement (application iOS et Android pour tablette et smartphone, précisez bien votre email pour recevoir vos accès).

En tant qu'abonné(e), vous bénéficiez de remises  
chez nos partenaires.



Renvoyez ce bulletin d'abonnement ou abonnez-vous en ligne  
sur notre boutique [BLB-bois.martin-media.fr](http://BLB-bois.martin-media.fr) Rubrique Revues/Abonnement

## BULLETIN D'ABONNEMENT

**BOUVET** - ABT - 10, av. Victor-Hugo - CS60051 - 55800 REVIGNY  
Tél. 03 29 70 56 33 - Fax 03 29 70 57 44 - [BLB-bois.martin-media.fr](http://BLB-bois.martin-media.fr)

Code **ABOU0031**

À découper ou photocopier

**OUI, je m'abonne au BOUVET**

Formule A 1 an (6 numéros + 1 hors-série)

Formule B 1 an (6 numéros + 1 hors-série + versions numériques)

Formule A 2 ans (12 numéros + 2 hors-séries)

Formule B 2 ans (12 numéros + 2 hors-séries + versions numériques)

France métropolitaine\*    DOM (avion) Union Européenne\*

37 €

43,70 €

45 €

52 €

68,60 €

81,90 €

81 €

98 €

**OUI, je m'abonne au BOUVET et à BOIS+ et je profite de 20% d'économie**

Formule A 1 an (10 numéros + 2 hors-séries)

59,90 €

70,90 €

Formule B 1 an (10 numéros + 2 hors-séries + versions numériques)

69,90 €

81,90 €

Règlement :  par chèque ci-joint, à l'ordre de : Le Bouvet

par carte bancaire n°

expire le    CVC

(trois derniers chiffres du n°  
figurant au verso de votre carte)

Signature :  
(uniquement pour CB)

Nom .....

Prénom .....

Adresse .....

Code postal

Ville .....

E-mail .....

Merci d'écrire votre e-mail de façon très lisible pour recevoir vos accès aux versions numériques sur tablette et smartphone.

J'accepte de recevoir par e-mail :

- Les informations et nouvelles offres de BLB-bois  oui  non
- Les offres des partenaires de BLB-bois :  oui  non

\* Tarif autres destinations, consultez [BLB-bois.martin-media.fr](http://BLB-bois.martin-media.fr)



Tous les hors-séries du Bouvet sont sur [BLB-bois.martin-media.fr](http://BLB-bois.martin-media.fr)