

Introduction au DAO

Avant de prendre le volant d'un véhicule, il convient de savoir si l'on s'apprête à piloter un tracteur, un bolide ou un autobus. De même, lorsqu'on se dispose à utiliser un logiciel de dessin convient-il de savoir ce qu'il est capable de faire et comment il le fait.

SOMMAIRE

- ▶ Dessin technique
- ▶ Dessin assisté par ordinateur
- ▶ Prérequis au DAO
- ▶ Méthodologie du DAO

MOTS-CLÉS

- ▶ projections orthogonales
- ▶ disposition des vues
- ▶ relations entre vues
- ▶ types de trait
- ▶ arêtes vues et arêtes cachées
- ▶ structure en calques
- ▶ esquisse et mise au net
- ▶ congés et chanfreins
- ▶ hachures
- ▶ entité
- ▶ ragréage et retraçage
- ▶ cotation

**NE PAS CONFONDRE Applications métier
et programmes généralistes**

Une application « métier » est un programme informatique spécialisé dans un domaine professionnel particulier, duquel on n'attend rien d'autre que ce pour quoi il a été conçu. À l'inverse, un programme qui trouve une utilité dans plusieurs domaines est dit « généraliste ». On n'attend de lui aucune performance exceptionnellement remarquable dans un domaine privilégié, mais des services dans beaucoup d'autres. C'est le cas de Qcad.

Il existe un grand nombre de programmes de dessin fonctionnant sur ordinateur, que l'on peut regrouper en cinq catégories principales, différenciées par leur domaine d'application particulier. Ainsi trouve-t-on des outils de :

- dessin matriciel ou bitmap, pour la peinture numérique, tant en création pure d'images qu'en retouche de photos, tels que Photoshop, Paint Shop Pro ou le logiciel libre Gimp ;
- dessin vectoriel, pour l'illustration, comme Illustrator, CorelDraw ou, version libre, Inkscape, Xara ou Skencil ;
- modélisation, pour créer des objets virtuels en trois dimensions avec un aspect réaliste grâce à un moteur de rendu associé, comme Maya, XSI, 3D Studio Max (ou 3ds max) ou les libres Blender et Ayam ;
- diagrammes et synoptiques, de type vectoriel, tels que Kivio (logiciel libre) ou Microsoft Visio ;
- DAO, vectoriel également, pour le dessin technique, tels AutoCAD, IntelliCAD, PowerCAD, SolidWorks, GraphiteOne, VariCAD ou, en logiciels libres, Qcad et gCAD3D.

Bien sûr, ce classement est sommaire ; certains métiers ont développé des outils de dessin adaptés à leurs besoins, comme, par exemple, KXStitch, logiciel de broderie au point de croix, Eagle Layout Editor, destiné à la création de schémas électroniques, PipingCAD, spécialisé dans l'établissement de tuyauteries industrielles ou encore ProSteel 3D, employé pour la conception de structures métalliques, etc. Dans leur cas, on parle d'applications métier ; elles sont innombrables, et il ne serait ni raisonnable ni utile d'en continuer la liste.

Il importe seulement de situer Qcad dans l'offre abondante des outils de dessin, en établissant son domaine d'application au sein du DAO. Cela suppose, pour être utilisé avec profit, un minimum de prérequis techniques. C'est que ce chapitre se propose de faire découvrir.

Si le lecteur est un familier du dessin technique et de sa mise en œuvre sur ordinateur, il peut se rendre directement au chapitre suivant. Toutefois, en vue de pallier quelques défaillances mémorielles toujours possibles, les connaissances indispensables sont malgré tout présentées tout au long des pages suivantes, en marge du texte sous forme de « piqûre de rappel », ou simplement explicitées comme une nouveauté au cours d'un exercice « pas à pas ».

Ce qu'est le DAO et ce qu'il n'est pas

Une erreur très couramment commise consiste à employer indifféremment le sigle DAO ou CAO pour désigner la même chose.

DAO – Dessin assisté par ordinateur

DAO signifie « dessin assisté par ordinateur ». Gimp ou PhotoPaint sont aussi des programmes de dessin pour ordinateur ayant pour but d'assister l'utilisateur dans sa création, mais ils n'entrent pas cependant dans la catégorie du DAO.

En effet, le DAO concerne le dessin technique exclusivement 2D, c'est-à-dire en deux dimensions, alors que Gimp ou PhotoPaint sont des programmes de graphisme et de peinture numérique, destinés tant à la création qu'à la retouche d'images, photographiques ou non. En DAO, le résultat obtenu est ce qu'il est convenu d'appeler un « plan », terme qui sera utilisé dans la suite de l'ouvrage pour désigner un dessin technique établi selon les règles du genre.

Le langage doit être adapté aux situations en vue d'abolir les confusions possibles : ainsi, Gimp génère des images matricielles ou « bitmap », Inkscape produit des « illustrations » vectorielles, Kivio établit des « diagrammes » et tous les logiciels en -CAD dressent des « plans ».

Ainsi, le DAO désigne l'activité consistant à établir des plans, ce qui, autrefois et encore aujourd'hui dans les bureaux d'études où l'on retouche d'anciens « projets » non encore numérisés, se faisait sur une planche à dessin, à l'aide de la règle, du té, de l'équerre, du crayon et du compas. Il s'agit dans ce cas-là de dessin traditionnel, ou de dessin aux instruments, sous-entendu dessin technique. En DAO, le matériel et le programme informatiques ont remplacé les outils habituels et historiques, mais l'objectif et le résultat sont identiques.

CAO – Conception assistée par ordinateur

Quant à la CAO, ce sigle signifie « conception assistée par ordinateur ». Il s'agit de l'activité consistant en l'étude et la définition d'un produit à l'aide des mêmes fonctions graphiques que pour le DAO, mais celles-ci sont complétées par des outils d'aide à la conception, appelés « fonctions » (*features*) : calculs d'efforts, résistance des matériaux, calculs de masse, de ressorts, d'engrenages, optimisation de formes, détection de collision, placement automatique de chaînes de cotes fonctionnelles, proposition de formes optimales pour la fonderie, etc. En outre, un tel programme dispose forcément à la fois d'une base 3D pour

En anglais, CAD est l'équivalent du sigle français DAO et signifie *Computer-Aided Design* (dessin assisté par ordinateur). Le pragmatisme anglo-saxon l'utilise très souvent pour nommer ses logiciels de dessin, à l'instar du modèle absolu AutoCAD. On trouvera donc des VariCAD, SagCAD, FelixCAD, BricsCAD, BobCAD, TurboCAD, IntelliCAD et autre ArchiCAD (liste non exhaustive), dont les noms ne laissent subsister aucun doute quant à leur fonction.

concevoir des objets volumiques, et d'une base 2D pour en fournir un plan détaillé, le plus souvent via un processus de « mise en plan » automatique (voir figure1-1). Enfin, les programmes de CAO, qui ont pour objectif d'aider le dessinateur dans l'élaboration d'un produit quel qu'il soit, depuis sa phase de conception jusqu'à celle de sa fabrication, sont souvent dotés d'un module de FAO (fabrication assistée par ordinateur).

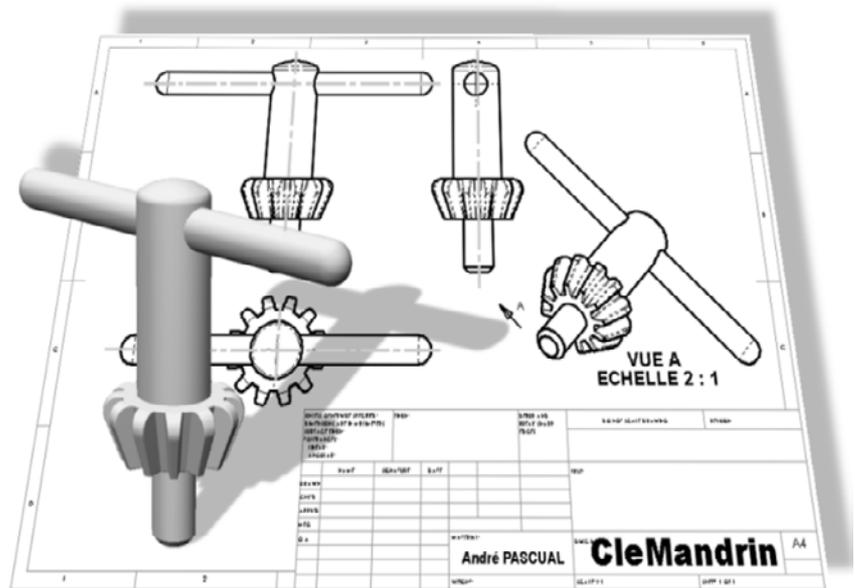


Figure 1-1
Modélisation et mise en plan automatique dans SolidWorks

REMARQUE CAO sous Linux

Il existe des programmes de CAO pour Linux, tels que Medusa4 ou VariCAD. Ce dernier, hélas commercial et non francisé, mais multi-plate-forme et bon marché, permet les calculs de masse, de volume, de moment d'inertie, de centre de gravité, de surface, de chaînes, de courroies, de roulements, d'engrenages, de clavettes, de développement de surface, d'interférences entre objets, etc. En tant que simple outil de DAO, Qcad ne propose pas ce genre de performances et de fonctionnalités.

Qcad n'a rien de tout cela. Dans le domaine particulier de l'aide aux calculs, il autorise simplement l'évaluation d'une aire polygonale, parce qu'elle s'établit à partir d'une surface plane, dessinée en 2D, et que Qcad ne peut dessiner qu'en 2D. Pour cette raison, Qcad est un logiciel de DAO, et non de CAO, selon la définition qui vient d'en être donnée. Il ne modélise pas d'objet en 3D, ne pallie pas les manques du dessinateur, ne lui tient pas la main, ne prend pas de décision à sa place, ne lui suggère rien ou très peu : il dessine simplement à l'écran ce que le dessinateur lui commande de représenter, remplaçant le crayon et la règle traditionnels.

Que peut-on faire avec le DAO ?

Suite aux restrictions qui viennent d'être évoquées, que peut-on dessiner alors avec QCad ? La réponse tient en quelques mots : tout ce qui peut être manufacturé autrement que par modelage d'une matière molle ou par sculpture au burin. C'est-à-dire, tout objet qui peut être ramené à des formes géométriquement définissables, même complexes, pourvu qu'il soit possible de les décomposer en formes simples, peut être dessiné. La quasi-totalité des objets usuels répondent à cet impératif : ils ont une forme globale qui résulte d'une addition de formes élémentaires telles que l'arc de cercle et le segment de droite, formes faciles à dessiner et à fabriquer ensuite.

Avec QCad comme avec tout autre programme similaire, on représente des objets du monde réel, déjà existants ou en projet de matérialisation. Cela implique :

- que l'objet soit complètement représenté (on dit alors : complètement défini), sans aucune forme cachée ou sujette à interprétation, ce qui suppose plusieurs vues de l'objet, selon des directions différentes ;
- qu'il y ait « correspondance » ou « relation » entre les vues ;
- que l'objet soit représenté avec une rigoureuse exactitude.

C'est un principe d'exigence qui sera répété à plusieurs reprises. Il n'y a ni fantaisie, ni laisser-aller, ni à-peu-près en DAO : à l'inverse du dessin artistique qui s'accommode très bien de l'extravagance et du débraillé, le dessin technique est rigide et réglementé. Il se plie à des codes internationaux unanimement reconnus, parce qu'il est un moyen de communication entre tous les techniciens du monde. Avec le DAO, le dessinateur s'adresse aussi bien au Patagon, au Japonais, au Français qu'au Mongol pour peu que chacun parle le même langage technique que lui. Un croquis vaut mieux que mille mots, c'est fort connu.

Ainsi sera-t-il possible de représenter une maison, une structure de pont métallique, un système vis-écrou, une marmite, une horloge comtoise, un moteur à piston rotatif, un coupe-cigare, une maquette d'aéromodélisme, un logo d'entreprise... tout et n'importe quoi d'existant, parce que tout ce qui nous entoure a déjà été représenté au sortir de l'esprit du concepteur avant d'être transmis au fabricant, artisan ou industriel. Il est donc possible de le représenter de nouveau.

C'est le rôle du DAO.

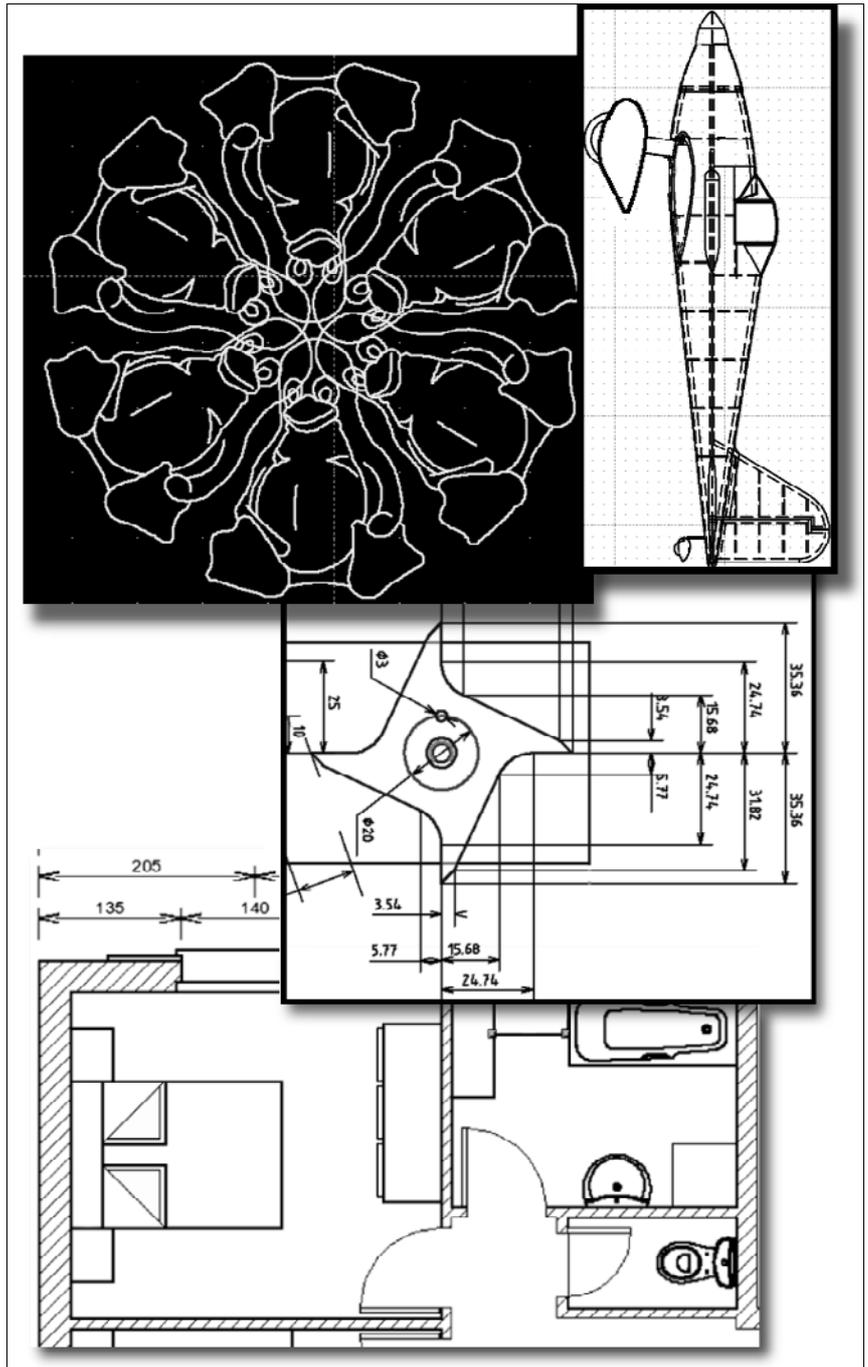


Figure 1-2
Quelques possibilités de Qcad

À qui est destiné Qcad ?

Utiliser un logiciel de DAO n'est pas plus difficile qu'employer n'importe quel autre programme informatique usuel. Cela répond donc à la question : toute personne qui a déjà manipulé une souris pour cliquer sur une icône de menu est en mesure d'utiliser Qcad. La difficulté principale, car il y en a tout de même une, tient dans le bagage technique qu'il faut posséder pour représenter quelque chose d'immédiatement compréhensible. Le but du présent ouvrage consiste notamment à donner ce bagage à chacun.

Ainsi, une fois muni des règles normalisées de représentation, il n'y a plus aucune restriction à l'usage de Qcad. L'étudiant, le particulier, l'artisan, le professionnel qui désirent recourir à un système de DAO fiable, léger, facile d'emploi, libre et gratuit choisira Qcad avec pertinence. L'engagement pécuniaire est nul si le choix se porte sur Qcad Community, doux s'il se tourne vers Qcad Professional et l'investissement en temps d'apprentissage est faible.

En revanche, les détenteurs d'une licence d'exploitation d'AutoCAD risquent peu de se tourner vers Qcad, car rien de ce que permet Qcad n'est interdit à AutoCAD, dont les possibilités sont réellement supérieures, mais au prix d'une longue prise en main, d'un système informatique puissant et d'un droit d'exploitation à acquérir pour plusieurs milliers d'euros. Cependant, Qcad peut malgré tout faire figure de marche d'accès à l'utilisation d'AutoCAD, les principes appris pour le manipuler restant valables dans tous les cas de figure qui se présenteront par la suite. En outre, les plans issus de Qcad sont pérennes lors de la migration vers AutoCAD puisqu'ils sont sauvegardés au format DXF (*Drawing eXchange Format*), format d'échange créé par Autodesk pour son programme AutoCAD. On ne pouvait faire plus ouvert sur l'extérieur.

Prérequis pour un DAO efficace

Le bagage technique auquel il a été fait allusion dans la partie précédente constitue ce que l'on appelle couramment les « prérequis », c'est-à-dire la somme des connaissances nécessaires pour utiliser, dans ce cas précis, un logiciel de DAO avec profit. Ledit bagage dispose de deux sacoches, si l'on se permet la métaphore :

- l'une contenant les méthodes appropriées au maniement de l'outil DAO proprement dit : c'est le savoir-faire ;

EN SAVOIR PLUS **AutoCAD**

De même que Word ou Photoshop dans leur domaine, AutoCAD fait figure de référence dans celui du DAO. Cela tient à ses qualités nombreuses, certes, mais aussi à son ancienneté sur le marché, qui a créé de solides habitudes chez les dessinateurs peu disposés à en changer. La version 1 d'AutoCAD a été commercialisée en décembre 1982 sous le nom d'AutoCAD-80, parce qu'elle tournait sous CPM/80. Très vite, en janvier 1983, est apparue la version AutoCAD-86 pour micro-ordinateur IBM/PC, alors que la plupart des logiciels de DAO nécessitaient des stations graphiques pour fonctionner. Le DAO devenait ainsi plus accessible, et AutoCAD était prêt à former des générations de dessinateurs qui ne jureraient plus que par lui.

- l'autre contenant les règles de représentation du dessin technique, aussi appelé « dessin industriel » : c'est la théorie (un ensemble de règles) à mettre en œuvre pour dessiner correctement.

Avant de s'engager dans Qcad, il importe d'inventorier les deux sacs-ches afin de mettre – ou remettre – en mémoire au lecteur ce qu'il lui est impossible d'ignorer sous peine de ne parvenir à rien de bon. En effet, avant d'être une représentation schématisée de la réalité, le dessin technique est un langage. En tant que tel, il a pour but de transmettre des informations qui seront comprises de tous s'il est codifié selon un vocabulaire et des règles de syntaxe spécifiques, admises de chacun : ce sont les conventions de représentation fixées par les normes.

La théorie : règles indispensables

Les normes définissent la disposition des vues entre elles, le type de traits utilisés pour le tracé de ces vues, la coupe des objets, la taille des textes, le format des feuilles de dessin (virtuelles ou non), les spécifications diverses, la schématisation des éléments standardisés tels que vis, écrous, roulements, etc. Tout n'est pas abordé ici, au risque d'y consacrer la totalité de cet ouvrage en guise d'aide-mémoire, et même plusieurs s'il fallait traiter des différentes spécialités du dessin technique. Seules les règles jugées indispensables à la prise en main de Qcad sont rappelées.

Disposition des vues

La représentation complète d'un objet réel nécessite l'emploi de plusieurs vues sous des angles différents. En effet, l'objet possède trois dimensions, communément appelées longueur, largeur et hauteur, et son dessin sur une surface plane ne peut représenter que deux dimensions vraies à la fois. Si une vue en perspective de l'objet montre ses trois dimensions simultanément, celles-ci sont déformées : elles ne sont pas en vraie grandeur. Il faut donc plusieurs vues du même objet le montrant « sous toutes les coutures » pour que nous le connaissions totalement, vues qui sont placées sur le dessin suivant des modèles normalisés de représentation.

Il existe au moins deux modèles de placement des vues annexes à la vue principale appelée « vue de face ». Par conséquent, le modèle de placement adopté sur un plan est nécessairement indiqué dans le « cartouche » par un symbole conventionnel, afin d'éviter les risques d'erreurs de lecture du plan.

Le symbole en question figure dans un cadre rectangulaire, épaissi et désigné par une flèche sur la figure 1-3. Il s'agit d'un trapèze, qui est l'image de la vue de face d'un tronc de cône, flanqué de deux cercles con-

/// Cartouche

C'est la carte d'identité du plan. Situé en un endroit invariable des feuilles de dessin quel que soit leur format, il s'agit d'un espace rectangulaire compartimenté contenant les informations suivantes : titre, date de création, nom du dessinateur, symbole de projection, propriétaire du document, numéro et date des révisions, etc.

centriques à sa droite et de deux cercles concentriques barrés à sa gauche. Cette configuration indique que le plan considéré se trouve dans un mode de « représentation européenne ». Si les deux cercles de droite avaient été biffés en lieu et place des cercles de gauche, cela aurait alors signalé une « représentation américaine ».

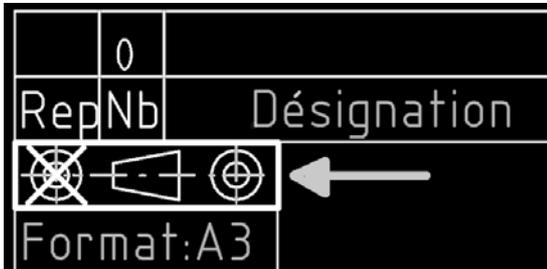


Figure 1-3
Symbole de disposition des vues

Une explication de texte s'impose. Les deux cercles sont l'image du tronc de cône observé suivant son axe, en étant placé du côté gauche de la vue de face. Ce qui est observé alors s'appelle naturellement la « vue de gauche ». Dans le cas d'une disposition américaine, ce qui est vu dans ce cas de figure est dessiné à gauche : la vue de gauche se trouve placée à gauche de la vue de face. Dans le cas d'une disposition européenne, ce qui est vu dans le même cas de figure est dessiné à droite : sur la figure 1-3, la vue de gauche se situe à droite de la vue de face. Autrement dit, l'image de ce qui est vu est projetée en avant de la vue principale : en toute logique, on appellera « projection européenne » cette façon de procéder.

Sur la figure 1-3, la vue de gauche située à gauche est barrée. Cela signifie que la disposition américaine est invalide et qu'en conséquence le plan doit être lu en projection européenne. Dans tous les cas, les vues sont disposées sur des plans qui sont perpendiculaires entre eux. On dit que les vues sont en « projections orthogonales ». Qu'est-ce à dire ?

Principe des projections orthogonales

Considérons un objet – ici une pièce mécanique – dans un espace tridimensionnel non repéré (c'est-à-dire qu'il n'y a pas de repère spécifié sur le dessin) : il se trouve donc dans une position quelconque, comme sur la modélisation 3D de la figure 1-4.

Cet objet est de forme globalement prismatique, traversé par un « trou lamé » (un perçage étagé à deux diamètres), entaillé par une « pente » et un « embèvement ». Ce pourrait être par exemple la schématisation minimale d'une maison. Il est représenté opaque sur la partie I de la figure et en semi-transparence en II afin de montrer les formes intérieures du trou lamé. Ce trou est invisible en réalité, sauf si on le regarde

ALTERNATIVE **Vue biffée**

Le fait de biffer une vue sur deux peut sembler redondant ; l'information eût été également sûre avec la seule vue de gauche valide. Aussi, beaucoup de cartouches apposés sur des feuilles pré-imprimées ne comportent-ils pas la vue biffée, ce qui peut se justifier si les plans qu'on y dresse ne sont pas voués à être consultés dans un espace anglo-saxon.

/// **Repères**

Il n'est possible de se situer dans l'espace réel que par rapport à des repères, qu'il s'agisse d'amers (pour les bateaux), de panneaux indicateurs, de points cardinaux ou de n'importe quel point fixe remarquable. Dans un espace 3D modélisé, le repère est constitué d'un système de trois axes orthogonaux définissant les directions X,Y,Z et d'une origine O située à leur point de concours.

suivant son axe, mais il conviendra tout de même de le montrer d'une façon ou d'une autre sur un plan, afin d'en préciser la forme et les dimensions, faute de quoi il ne pourra être réalisé (usiné, ou construit dans le cas d'une maison !).

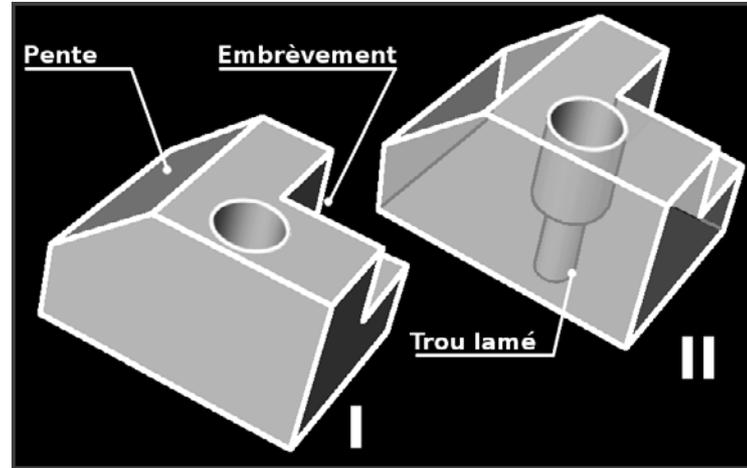


Figure 1-4
Modélisation d'une pièce mécanique

Compte tenu des formes simples mais différentes sur chacune des faces de l'objet, il apparaît logique que des représentations établies selon des points de vue significatifs différents soient nécessaires pour donner à connaître complètement l'objet, sans que subsiste aucune interrogation quant à l'une de ses formes. On dit, lorsque le résultat est ainsi obtenu, que l'objet est entièrement « défini ».

Vue de face, vue de droite et vue de dessus

Par « points de vue significatifs », on entend des positions d'observation de l'objet telles qu'elles soient en mesure de donner un maximum de renseignements sur l'aspect de l'objet, et telles que ce qui est vu soit facile à dessiner. Aussi, une direction d'observation sera-t-elle si possible perpendiculaire (plus précisément, orthogonale) à une surface plane. Si l'on observe l'objet en étant au-dessus de lui, à la verticale de sa surface supérieure, on dit que ce que l'on voit, et qui sera représenté, est la « vue de dessus » ; si l'on se situe face à lui, on le voit alors en vue de face, etc.

Projection

Mais comment représenter fidèlement ce qui est observé ?

En premier lieu, puisque l'objectif est d'établir un plan, il faut disposer d'au moins une surface plane pour dessiner. Le plus simple est d'en dresser trois qui soient orthogonales et parallèles à trois surfaces planes de l'objet formant un trièdre rectangle (autrement dit, un coin) : c'est chose

/// Plans orthogonaux

« Orthogonal » signifie : qui forme un angle droit (à 90°) dans un espace à trois dimensions. Dans un espace plan, donc à deux dimensions, les éléments formant un angle droit (ou rectangle) sont perpendiculaires. Un trièdre rectangle est formé de trois plans orthogonaux, comme l'est généralement le coin d'une maison formé par deux murs et le sol, ou deux murs et le plafond. Les trois intersections des surfaces planes entre elles (en géométrie descriptive, la trace des plans) constituent un repère spatial X,Y,Z.

facile, l'objet étant prismatique. Ces plans sont nommés F pour le Frontal (celui qui fait front, en face), H pour l'Horizontal et P pour le Profil (on dit aussi « plan de bout »), tels qu'ils sont représentés sur la figure 1-5.

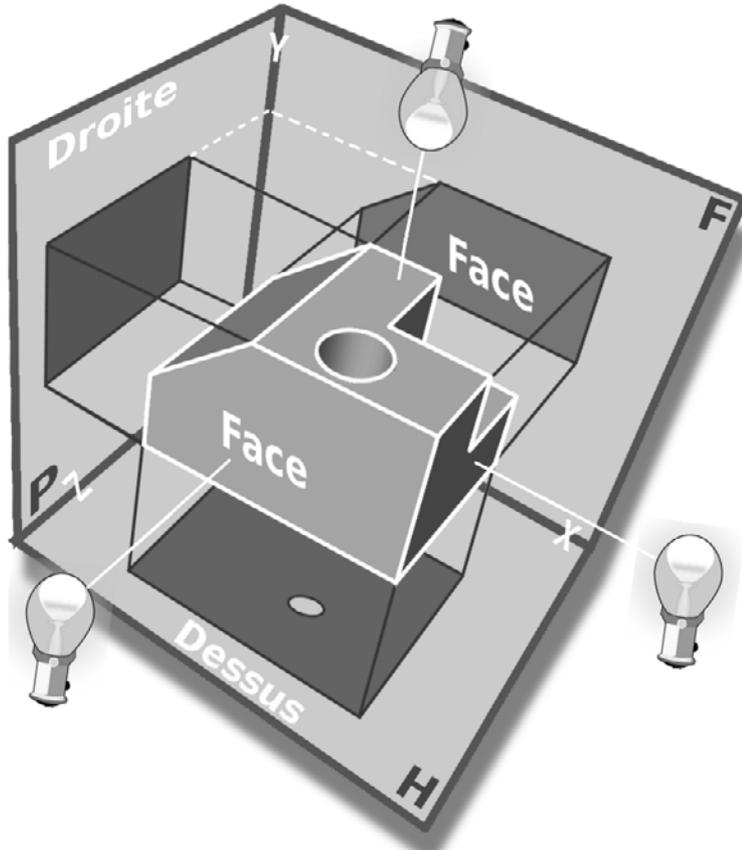


Figure 1-5
Principe et plans de projection

Si l'on imagine une lampe située en avant de l'objet pour l'éclairer de rayons tous perpendiculaires, le plan F qui lui est parallèle et situé en arrière recevra la forme de la face avant en ombre portée. En agissant de même pour éclairer tour à tour la surface supérieure et la surface latérale à droite, le plan H situé en dessous et le plan P situé à gauche recueillent respectivement les ombres portées des formes « vue de dessus » et « vue de droite » de l'objet.

C'est là le principe des projections – l'ombre portée étant une ombre projetée – adopté en Europe pour le dessin technique et industriel concernant la disposition des différentes vues nécessaires à la définition complète d'un objet.

Cependant, il n'est guère utile de présenter une pièce mécanique en mode ombré, bien que cela se pratique assez souvent aujourd'hui à partir

de modeleurs 3D qui effectuent des mises en plan automatiques. Cela est courant notamment pour les vues en perspective dont le but est de faciliter la compréhension volumique. Le dessin technique, quant à lui, s'est toujours satisfait de vues limitées aux contours et aux arêtes contenues dans les surfaces projetées. La figure 1-6 en est une illustration.

EN SAVOIR PLUS **Représentation dans l'espace**

Si les mises en plan automatiques disposent de vues en perspectives, ombrées ou non, selon les modes isométrique, dimétrique et trimétrique (perspectives avec des inclinaisons d'arêtes normalisées), avec fuyantes (quand les arêtes concourent en un point situé sur l'horizon, comme dans le monde réel) ou non, c'est que le logiciel manipule des objets volumiques connus en trois dimensions ; il lui est donc facile de représenter l'objet dans n'importe quelle position spatiale, avec des aspects de surface rendus en mode ombré OpenGL (*Open Graphic Library*). Il s'agit d'un confort indéniable et d'une aide précieuse à la compréhension lorsque l'objet est complexe.

En contrepartie, la vision dans l'espace à partir de vues en 2D s'atrophie chez le dessinateur qui perd l'habitude de décrypter un dessin – lequel est de plus en plus souvent décrypté et traité par un système de FAO pour que soit fabriqué en commande numérique l'objet qu'il représente, avec une intervention humaine minimale. On est loin de Qcad qui reste, lui, un outil de dessin pur.

Arêtes visibles et arêtes cachées

La vue de droite est délimitée par le contour de la pièce, et elle comporte en plus deux traits perpendiculaires qui sont les deux arêtes (*ab* et *bc*) de l'embrèvement E, contenues dans le côté droit de ladite pièce. Il en est de même pour la vue de dessus qui contient en outre l'arête limite de la pente, le cercle du lamage et celui du perçage situé à un niveau inférieur. En revanche, la vue de face devrait se résumer à son contour, puisqu'elle ne contient rien – ni partie saillante, ni zone creusée : c'est une surface lisse et plane. Or, deux segments en traits interrompus courts (familièrement, des pointillés ou des tirets) y sont dessinés : ils révèlent la présence de l'embrèvement E, invisible sous ce point de vue.

À ce stade de l'étude, une règle essentielle peut être énoncée :

- les arêtes visibles sont représentées en trait continu fort ;
- les arêtes invisibles, parce qu'elles se situent en deçà de la face projetée, sont dessinées en trait interrompu court fin. On les appelle les « arêtes cachées ».

On observe également, sur la figure 1-6, des lignes de rappel en trait continu fin noir et en trait interrompu court blanc : celles-ci matérialisent le principe des « projections orthogonales » et des « relations entre vues ».

Comme cela vient d'être mentionné, un type de trait est prévu pour représenter les surfaces cachées, qu'elles soient planes, circulaires ou quelconques. Or, l'objet de l'étude contient un élément totalement

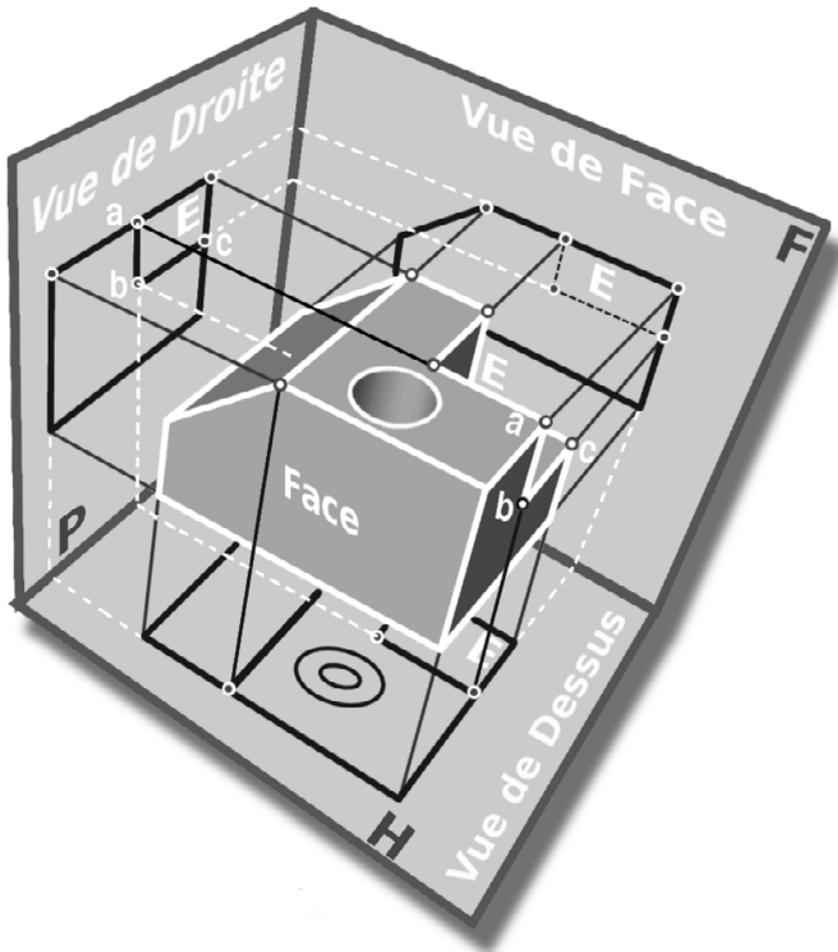


Figure 1-6
Projection des faces ; arêtes vues et cachées.

caché : le trou lamé (figure 1-4), qu'il faut absolument « montrer », sous peine de ne pas fournir les données nécessaires et suffisantes à sa fabrication. Pour ce faire, deux possibilités existent :

- soit supposer la pièce coupée par un plan, le « plan de coupe », judicieusement placé, et projeter en arêtes vues le contenu de ce plan ;
- soit projeter en arêtes cachées les formes intérieures.

D'une manière générale, il vaut toujours mieux opter pour la première solution. En effet, ce que révèle une coupe se situe sans ambiguïté dans le plan de coupe, alors que ce qu'indiquent des traits interrompus peut se situer à différents niveaux, sur plusieurs plans parallèles. Toutefois, sur la figure 1-7, il a été choisi de signaler la présence du trou lamé en arêtes cachées.

La totalité des formes de l'objet est maintenant définie par projection, soit en arêtes visibles, soit en arêtes cachées, sur les trois faces du trièdre

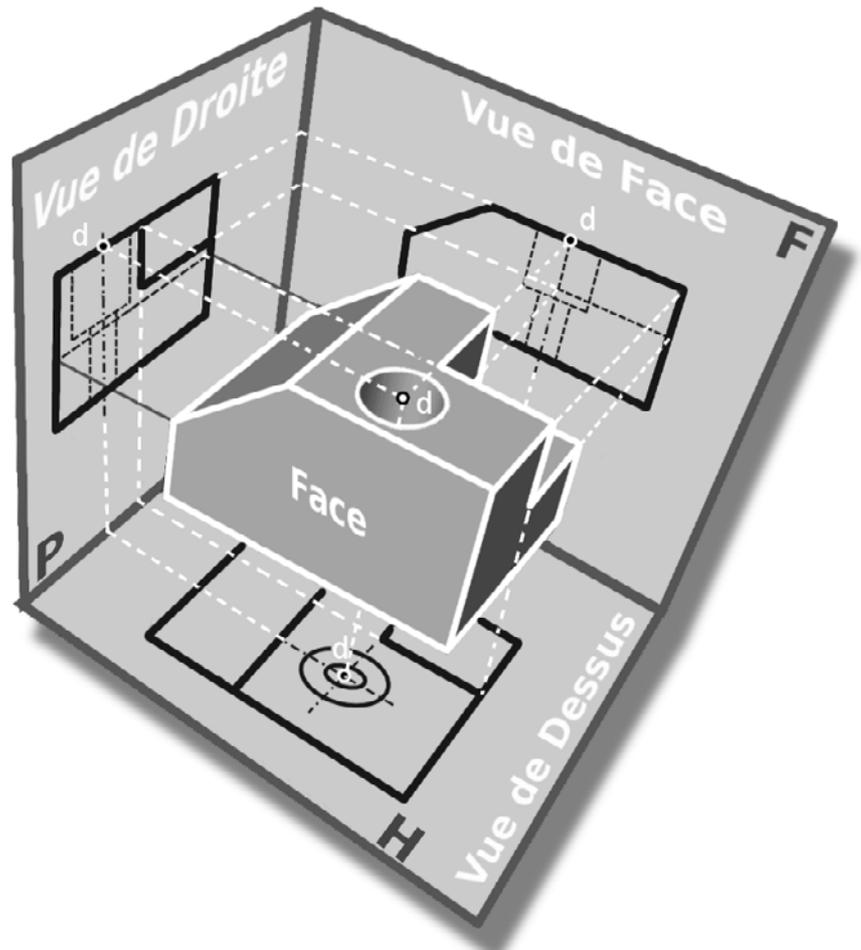


Figure 1-7

Projection du trou lamé en arêtes cachées et projection du point « d » sur les plans F, H et P

rectangle HFP. Or un plan (dessin technique), comme son nom l'indique, se présente sous la forme d'une surface plane. Il faut donc obtenir un plan : c'est chose facile à partir du trièdre. Il suffit de rabattre de 90° P et H suivant leur intersection-charnière avec le plan frontal F, et de les amener chacun dans le prolongement de celui-ci, comme le montre la figure 1-8. Ce déploiement constitue le principe de mise en plan.

Sur la figure, les traits interrompus blancs rappellent la méthode de projection des formes extérieures de l'objet ; on observera leur alignement d'une face du trièdre à l'autre, particularité qu'il convient de garder à l'esprit. Elle définit les « relations entre vues ».

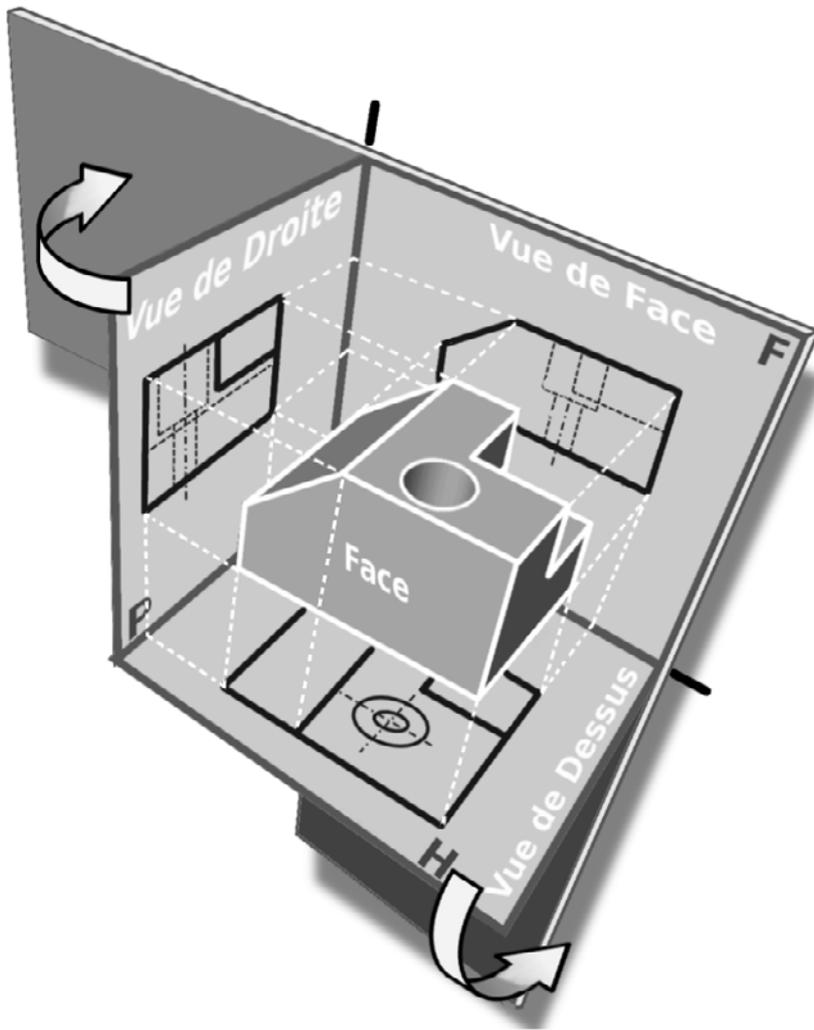


Figure 1-8
Déploiement du trièdre de projection.

Relations entre vues

Le résultat de l'opération de déploiement virtuel qui vient d'être réalisée est un développé correspondant à un dessin technique habituel, qui contient les trois vues généralement nécessaires à la définition complète d'un objet prismatique. Observant la même démarche qu'un dessinateur traditionnel aux instruments, le dessinateur en DAO ne dessine pas à l'intérieur d'un trièdre dépliant. Il dessine d'emblée sur une surface plane où il met les vues en place, de telle sorte qu'il soit possible de replier le plan pour reconstruire un trièdre, avec les projections des vues qui se correspondent en position et en dimensions.

AVANCÉ Inutilité de la droite de renvoi

Un dessinateur expérimenté n'aura pas recours à la droite de renvoi à 45° : il sait, par simple mesure, quelle est la largeur de l'objet en vue de droite s'il dispose déjà de la vue de dessus, et vice versa, la dimension ab (sur la figure 1-9) étant forcément la même dans les deux vues.

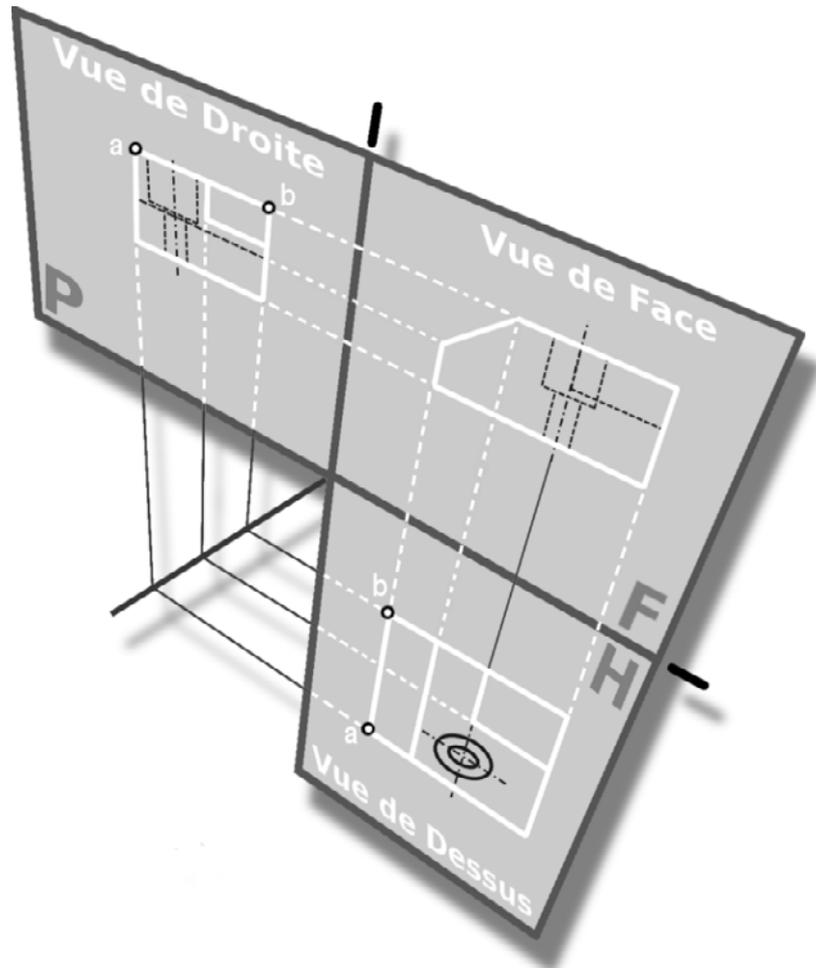


Figure 1-9
Développé du trièdre

Types et épaisseurs de trait

Un plan est immédiatement lisible pour un dessinateur, parce qu'il est établi selon des codes de représentation qui concernent la disposition des

vues, tout comme les traits qui les composent. Ceux-ci ne sont indifférents ni en type, ni en épaisseur, ni, comme il arrive parfois dans des schématisations particulières, en couleur. Ces attributs du trait signalent des entités de statut différent, ainsi qu'il en a déjà été question à propos de l'embrèvement sur la figure 1-6.

Aussi est-il prévu les types de trait suivants (voir aussi figure 1-10) :

- continu fort (plein) : pour représenter des arêtes visibles, donc réelles ;
- continu fin (plein) :
 - pour les arêtes fictives, qui indiquent une discontinuité dans une surface sans cassure en arête vive ;
 - pour les hachures (désignant une zone en coupe) qui sont, bien sûr, fictives ;
- interrompu court (pointillé, tiret) : pour les arêtes réelles cachées ;
- mixte fin (trait d'axe) : pour les axes ;
- mixte fin épaissi aux extrémités : pour les plans de coupe ;
- continu fin à main levée : pour les limites de vue et coupes partielles ;
- mixte fin à deux tirets pour pièces voisines (pièces constituant l'environnement de celle que l'on dessine, et partiellement représentées), demi-rabattements (pour représenter la forme des extrémités d'une pièce symétrique), etc. ;
- zigzag fin : même fonction que le trait continu fin à main levée ;
- etc.

En outre, les notions de « fort » et de « fin » qui qualifient l'épaisseur (on dit aussi : la largeur) d'un trait sont définies par la normalisation ISO. QCad propose une série de largeurs normalisées parmi lesquelles il convient de choisir des valeurs cohérentes pour l'ensemble des trois types de traits :

- continu fort ;
- continu fin et mixte fin ;
- interrompu.

En dessin de mécanique, par exemple, il est généralement admis d'utiliser les trios 0.7/0.25/0.35 et 0.5/0.18/0.25, valeurs données en millimètres (mm). La figure 1-10 montre les types de traits ainsi que les épaisseurs disponibles dans QCad.

ASTUCE **Attribuer une couleur de trait aux calques**

QCAD, en compatibilité avec AutoCAD, permet d'affecter une couleur, un type et une largeur de trait par calque. Une autre conception du DAO consiste à n'attribuer que la couleur aux calques qui contiennent chacun, par exemple, une pièce d'un ensemble complexe. Ainsi, un seul regard suffit à faire la distinction entre les différentes pièces de l'ensemble, chacune ayant sa couleur en propre. En contrepartie, il faut attribuer à chaque entité la largeur idoine en fonction de ce qu'elle représente.

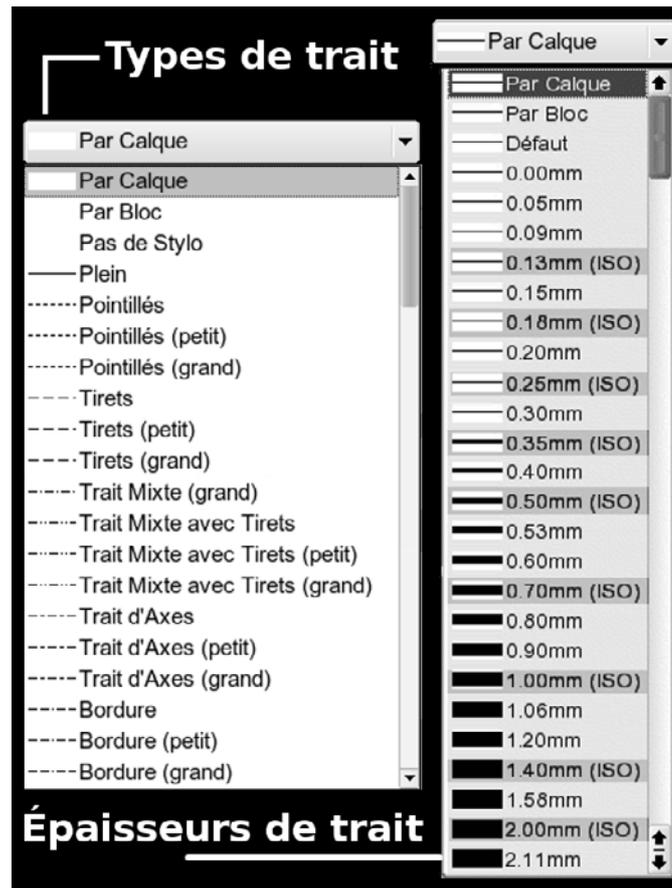


Figure 1–10
Types et largeurs de trait dans QCad

Le savoir-faire : méthodologie de base

Si, dans l'ensemble, DAO et dessin technique traditionnel sont similaires, voire identiques dans les procédures, ils diffèrent cependant sur les quelques points méthodologiques qui suivent.

Structuration en calques

Plans de détail

Un plan contient un grand nombre d'informations de nature très différente. Ainsi trouve-t-on des données rigoureusement géométriques (lignes, cercles, courbes et toutes leurs déclinaisons), des valeurs alphanumériques séparées ou liées à la géométrie (nomenclature et cotation), des éléments complexes importés (motifs de remplissage, blocs, éléments standardisés venus de bibliothèques, clichés bitmap, etc.), du texte et sans doute encore d'autres choses.

Le système traite chacune de ces informations de façon adaptée à sa nature ; il n'est donc pas judicieux de lui demander de les gérer toutes simultanément à n'importe quel propos, lors des opérations de grossissement ou de diminution d'affichage (zoom), par exemple, au risque d'entraîner une perte de performance. Il semble au contraire plus adéquat de ne traiter que le lot d'éléments souhaités, et de ne pas s'occuper des autres. Cela n'est envisageable que si les éléments en question peuvent être séparés les uns des autres et regroupés en fonction de leur nature commune, qui appelle alors un traitement unique pour un groupe donné.

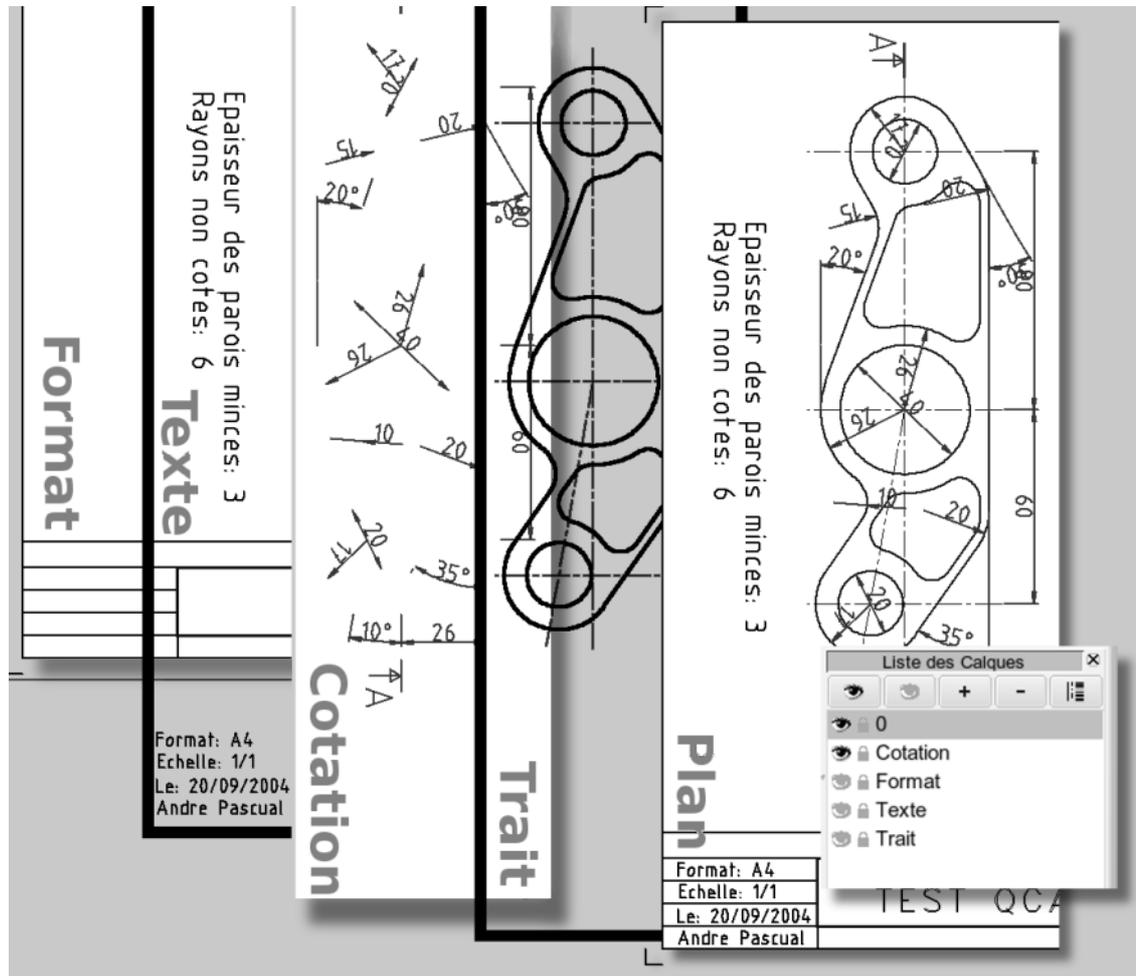


Figure 1-11 Structuration en calques dans Qcad

Le concept d'empilage des calques (*layers* en anglais), c'est-à-dire de couches virtuelles transparentes superposées, contenant chacune un type d'information, et dont la somme constitue le sujet global, répond au pro-

DAO Nomenclature vs géométrie

La nomenclature est un cas particulier. On l'établit manuellement ou automatiquement avec les outils de DAO de dernière génération, comme SolidWorks par exemple, sur une feuille séparée du dessin. En effet, il s'agit alors d'un document annexe qui est exploité par le service de gestion de l'entreprise, alors que la géométrie et son « habillage » le sont par le service fabrication et maintenance (bien qu'une démarche typique de maintenance, avec des plans dits « éclatés », soit de plus en plus répandue).

blème. Typiquement, un dessin technique DAO structuré en couches empilées présentera au minimum :

- un calque *Format*, contenant le cadre et le cartouche normalisés pré-établis sur une feuille de dimensions A4, A3, A2, etc. Une fois le cadre en place, il est inutile qu'il soit constamment visible et que ses dimensions soient recalculées à chaque changement de zoom. Le calque qui le supporte peut facilement être rendu invisible pour améliorer les performances de machines plus anciennes ;
- un calque *Trait*, qui contient le dessin de l'objet ;
- un calque *Cotation*, qui contient l'inscription des dimensions de l'objet ;
- un calque *Texte*, qui ne contient que des données alphabétiques, annotations, remarques, renseignements du cartouche et nomenclature.

La figure 1-11 illustre le propos. Le projet final nommé *Plan* résulte de l'empilage des calques *Format*, *Cotation*, *Texte* et *Trait* ; il n'existe pas en tant que calque séparé. Les calques sont nécessairement transparents pour que l'on puisse observer leur contenu : sur l'image, les calques *Format* et *Cotation* sont opaques pour l'intelligibilité de la démonstration.

Plans de pièces complexes

Ce qui vient d'être dit est vrai pour des plans représentant un seul objet (on dit : plan de détail). Si le projet cherche à montrer et à expliciter le fonctionnement d'un mécanisme complexe (un frein à disque, une scie sauteuse, un moteur à vapeur, etc.), chaque pièce constitutive de l'ensemble sera définie sur un calque en propre, explicitement nommé en fonction de la pièce qu'il contient : aucune entité participant à sa définition ne se situera sur un autre calque. Il sera alors aisé d'isoler cette pièce de l'ensemble, en masquant les autres calques, pour l'imprimer seule, la modifier sans conséquence pour les pièces limitrophes ou la remplacer par une autre ayant des caractéristiques différentes, etc.

Gestion des calques

Qcad permet une gestion facile des calques. La figure 1-12, qui reprend la constitution du projet présenté figure 1-11, en est l'illustration. On y trouve :

- 1 une icône *œil ouvert* pour afficher tous les calques ;
- 2 une icône *œil fermé* pour masquer tous les calques ;
- 3 une icône + pour ajouter un nouveau calque à la liste ;
- 4 une icône - pour supprimer de la liste le calque sélectionné ;
- 5 une icône *traits* pour définir les attributs du calque ;

- 6 une icône *cadenas*, devant chaque calque, pour verrouiller (ou déverrouiller) le calque sélectionné ;
- 7 un calque 0, calque par défaut, disponible à l'ouverture de QCad ;
- 8 la flèche apposée sur le schéma donne le sens d'empilage des calques, dans l'ordre de leur création.

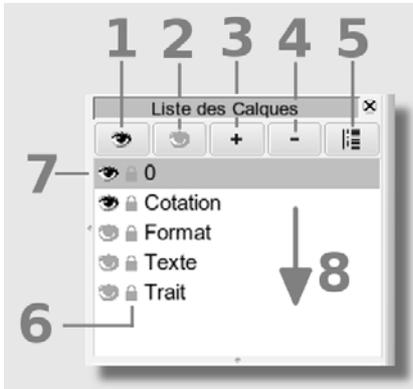


Figure 1-12
Gestion des calques dans QCad

L'icône *œil* se trouvant en face de chaque nom de calque, de même que l'icône *cadenas*, agissent à la manière d'une bascule : un clic sur l'icône active la fonction, et le clic suivant la désactive.

Esquisse et mise au net

De même qu'un peintre procède (généralement) en deux temps pour réaliser un tableau ou une fresque, un dessinateur technique commencera aussi par une ébauche et finira par le tracé définitif. C'est une méthode de travail logique, à laquelle on ne déroge qu'en sacrifiant justesse et productivité.

Car on y déroge parfois, surtout par manque d'habitude. Un travers courant chez le néophyte consiste en effet à dimensionner d'entrée de jeu l'entité qui vient d'être tracée sur le calque de travail (celui qui est actif, c'est-à-dire sélectionné), « pour voir à quoi ça ressemble ». Or, cette façon de faire est contraire à ce qu'une tradition bien établie perpétue.

L'esquisse

La tradition, issue de l'expérience, impose de tracer d'abord une « esquisse » (ébauche), dont la rigueur réside dans la position relative dimensionnelle et géométrique des entités. Autrement dit : à ce stade de réalisation du plan, on ne s'occupe pas encore de la dimension d'un segment mais seulement de la mise en place exacte par rapport à une référence de sa droite support (supposée infinie). Il en est de même pour des arcs de cercle : on positionne exactement le cercle support dessiné avec

REMARQUE Superposition des calques

Contrairement à des logiciels comme Gimp ou Photoshop, l'ordre de position des calques dans l'empilage importe peu, car les calques ne disposent pas de mode de mélange, ni de degré d'opacité pour interagir et produire des effets : ils sont transparents, et les entités qu'ils contiennent sont totalement opaques. De plus, contrairement aux images produites par Gimp (sauf en XCF) ou Photoshop (sauf en PSD), mais à l'instar des fichiers vectoriels d'Inkscape (SVG), Skencil (SK) ou XaraLX (XAR), les fichiers DXF produits par QCad, tout comme ceux d'AutoCAD, conservent leur structure en calques lors de la sauvegarde.

son rayon réel, sans s'occuper de la longueur de l'arc. Le cercle et la droite ainsi dessinés vont servir de base à l'arc et au segment, car ils les contiennent tout en étant plus grands qu'eux.

Ce travail préliminaire est celui de l'esquisse, qui est géométriquement précise malgré une allure brouillonne.

Ensuite, il convient de supprimer les portions d'entité trop longues et les éléments superflus, afin de ne conserver que le tracé nécessaire à la définition de l'objet, un peu comme on démonte les échafaudages après avoir terminé un travail. Cela s'appelle la « mise au net ».

La mise au net

Comment s'y prendre ? Il y a au moins deux façons d'effectuer la mise au net à partir de l'esquisse, illustrées par la figure 1-13.

La première consiste à :

- 1 dessiner l'esquisse sur le plan de travail ;
- 2 ragréer le dessin, c'est-à-dire utiliser les outils d'édition tels que *ajuster*, *étirer*, *diviser* aux points caractéristiques (matérialisés par de petits cercles sur la figure) pour délimiter les entités, puis effacer le superflu.

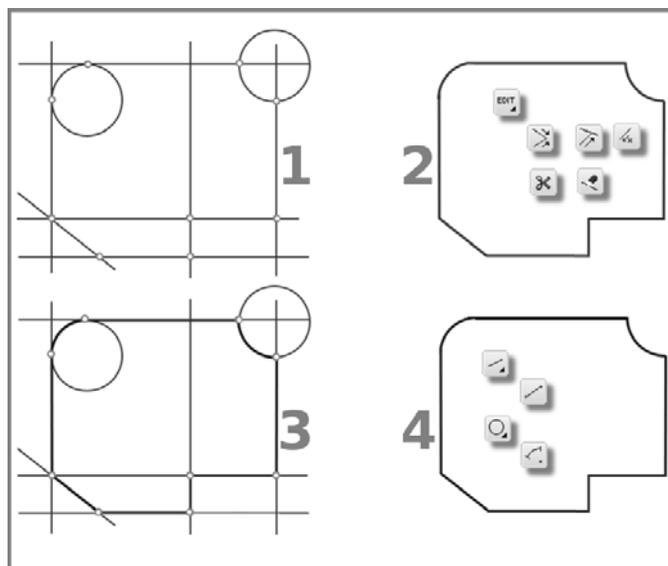


Figure 1-13
Méthodes de mise au net après esquisse

Selon la seconde, on va :

- 3 dessiner la même esquisse sur un calque spécifique ; ensuite, en se plaçant sur un autre calque destiné à porter le dessin final, tracer le contour voulu en s'appuyant sur l'esquisse en sous-couche – les accro-

chages (*snap*, en anglais) du profil se font sur les points caractéristiques de l'ébauche : extrémités d'entité, intersection, centre de cercle, points de tangence, etc. ;

4 supprimer le calque contenant l'esquisse.

Quelle méthode préférer à l'autre ? C'est affaire de goût et d'habitude. La méthode de mise au net par « ragréage » peut paraître plus rapide, puisqu'un seul tracé est effectué, alors que la mise au net par « retraçage » nécessite deux calques et deux tracés. En réalité, le second tracé est très vite fait, et il donne de plus la certitude que toutes les entités composant l'élément ainsi défini se situent sur le même calque, que les contours sont bien fermés, grâce à l'accrochage des entités les unes aux autres, et ainsi que le « hachurage » de zone s'effectuera sans difficulté.

Chanfreins et congés

- Un « chanfrein » est un segment de droite incliné à 30° , 45° ou 60° effectuant la transition entre deux entités linéaires. Il en résulte un « biseau », *bevel* en anglais, entre deux lignes représentant deux surfaces réelles.
- Un « congé » est un arc de cercle d'un rayon donné, souvent appelé « raccordement » ou, improprement, « rayon » effectuant lui aussi la transition entre deux entités linéaires ou circulaires, voire entre une entité linéaire et une entité circulaire. À noter que Qcad utilise la notion peu technique d'« arrondi » pour désigner un raccordement.

Lors de la fabrication d'un objet technique ou artistique, chanfreins et congés sont réalisés en fin de processus : ce sont des éléments de finition, servant à abattre les arêtes vives ou à adoucir les formes, lorsqu'ils n'ont pas de raison fonctionnelle, comme faciliter le montage d'un arbre dans un alésage, par exemple.

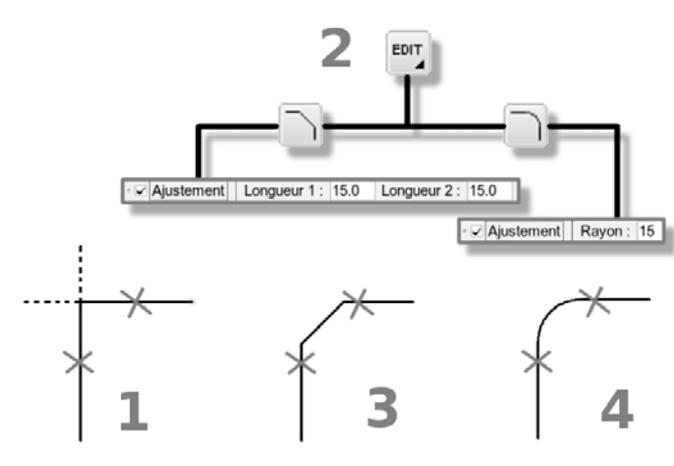


Figure 1-14
Chanfrein et congé : mise au net

Arbre et alésage

Techniquement, un « arbre » désigne toujours un élément mâle et un « alésage » un élément femelle lorsqu'ils sont assemblés.

Une « goupille » est un arbre qui se loge dans un alésage, c'est-à-dire le trou calibré destiné à la recevoir. Le sous-ensemble piston-cylindre d'un moteur est constitué de l'arbre (le piston) et d'un alésage (le cylindre).

Puisqu'il ne s'agit, en dessin, que d'un segment et d'un arc de cercle, le dessinateur pourrait être tenté de les représenter lors de l'esquisse en utilisant les fonctions idoines de tracé de segment et d'arc. Ce serait une erreur. En effet, il existe des fonctions spécifiques de chanfrein et de congé (ou « arrondi », selon la terminologie Qcad) à utiliser en phase de finition, avec des avantages non négligeables, tels que le ragréage automatique des entités chanfreinées ou raccordées (voir figure 1-14).

Ainsi, il convient de toujours effectuer la mise au net du profil complet, après esquisse donc, puis de peaufiner par l'ajout de chanfreins et de congés en utilisant les fonctions prévues à cet effet.

Chanfreiner deux objets

- 1 Mettre l'esquisse (en pointillé) au net.
- 2 Sélectionner *Edit>Chanfrein*, puis cocher *Ajustement* et donner les deux longueurs L1 et L2 du chanfrein (voir figure 1-15).

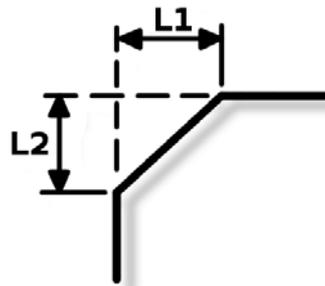


Figure 1-15
Chanfrein : longueurs L1 et L2

- 3 Désigner les deux segments à chanfreiner en cliquant dessus. Le segment incliné se met en place, l'excédent de l'entité étant supprimé parce que l'option *Ajustement* a été sélectionnée.

Raccorder deux entités

- 1 Mettre l'esquisse au net.
- 2 Sélectionner *Edit>Arrondi*, cocher *Ajustement* et entrer le *Rayon* définissant l'arrondi.
- 3 Désigner les segments à raccorder dans le sens trigonométrique, c'est-à-dire dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (voir figure 1-16), ici l'horizontal puis le vertical. Le rayon est tracé et l'excédent supprimé, si l'option *Ajustement* a été sélectionnée.

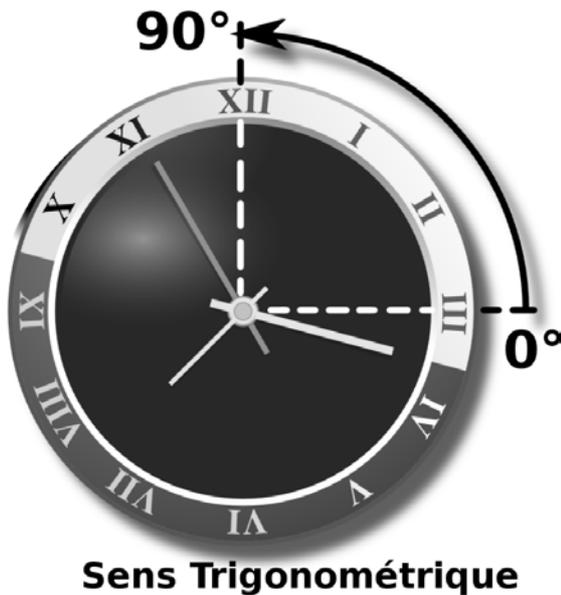


Figure 1-16
Sens trigonométrique = sens contraire
des aiguilles d'une montre
(source : Open Clip Art)

Couleurs

Les couleurs n'ont aucune finalité esthétique en DAO, d'autant que la plupart du temps les documents dessinés sont imprimés et photocopiés en noir et blanc. Toutefois, la possibilité d'attribuer des couleurs à des entités différentes n'est pas sans intérêt.

En effet, certains outils de DAO déjà anciens ne savent pas afficher à l'écran des entités d'épaisseur différente, ce qui est un facteur d'erreur tant dans l'établissement du plan que dans sa lecture. Ces outils y remédient en attribuant une couleur à un type de trait et une épaisseur de trait associées. Par exemple, le jaune pourra signaler un trait continu de largeur 0.7, le cyan un trait interrompu court de 0.35, le gris clair à la cotation de 0.25, le vert aux hachures de 0.25, le magenta au trait fin de 0.25, etc.

D'autres programmes ont besoin de couleurs pour imprimer un plan avec différentes largeurs de trait. C'est une méthode héritée du traceur (*plotter*) à stylographes et d'AutoCAD, qui demandait à ce que l'utilisateur gère les plumes et les types de lignes pour « sortir » correctement un plan. Il fallait, en fonction de la couleur de l'entité dessinée, assigner un numéro de plume, un type de ligne et une vitesse de tracé.

Qcad affiche à l'écran et imprime les différentes largeurs de trait indépendamment des couleurs de dessin. Cependant, comme il dispose d'un mode d'affichage productif nommé *Brouillon* dans lequel les traits ont tous la même largeur (à l'écran), il est alors préférable de donner une couleur à chaque type de trait. Ou, si le projet en cours est un plan

RAPPEL Unité de mesure

Par convention, toutes les cotes données sans indication d'unité de mesure sont en millimètres (mm). De même, par souci d'harmonisation internationale, on emploie en dessin technique le point au lieu de la virgule pour introduire les décimales.

d'ensemble, on donnera une couleur différente à chacune des pièces constituant l'ensemble. Dans ce dernier cas, une couleur pouvant être assignée à un calque – donc à toutes les entités qu'il contient – la chose est très facile à obtenir. La lisibilité du document en est grandement accrue.

Hachures et motifs

Les hachures ont une fonction déterminée en DAO, celle de signaler les surfaces situées dans le « plan de coupe ». Pour faire bref (des informations complémentaires sont données dans la section *Ajout des hachures dans les surfaces coupées* du chapitre 4), il faut imaginer que, à l'aide d'une scie, un objet est sectionné afin d'en révéler les détails intérieurs qui autrement eussent été invisibles ; les hachures garnissent alors les parties de l'objet vues en coupe, qui ont été en contact avec la lame de la scie. D'une manière imagée, on peut dire que les hachures représentent les traits laissés par la lame lors du sciage. Si l'on se souvient de cette image, on n'oublie pas de hachurer les surfaces qui doivent l'être.

Ainsi, sur la figure 1-17 un objet mécanique (une bride de serrage) est représenté avant d'être coupé suivant le plan signalé (A), puis après l'opération de coupe, avec la partie avant enlevée et les surfaces hachurées (B).

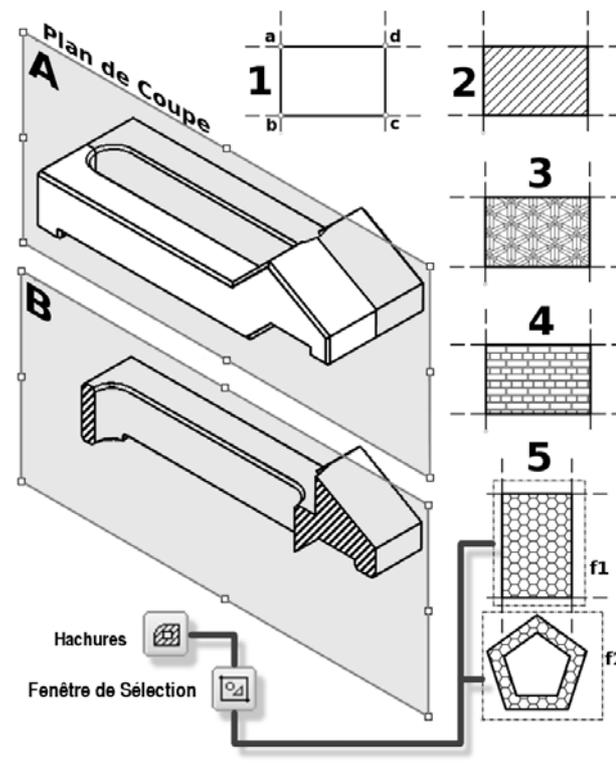


Figure 1-17
Coupe, hachures et motifs de remplissage

L'aspect des traits constituant les hachures (*hatch*) peut varier en fonction de la nature du matériau coupé et du contenu du plan (de mécanique, d'architecture, de masse, d'implantation, etc.), suivant des conventions bien établies : on parle alors de motifs (*pattern*) de hachures (voir plus loin).

En DAO, plusieurs précautions sont à prendre lorsque l'on désire hachurer, ou remplir avec un motif autre, une surface sans difficulté. Ainsi, si la surface rectangulaire *abcd* (1) doit être emplie il faut :

- que toutes les entités de la surfaces appartiennent au même calque ;
- que la surface soit définie par un contour fermé ;
- qu'elle soit délimitée par les segments *ab*, *bc*, *cd* et *da* reliés les uns aux autres par leurs extrémités communes. La surface apparente, résultant du croisement des quatre droites support représentées par des tirets débordant à chaque angle du rectangle, ne peut pas être hachurée parce que le rectangle *abcd* n'existe pas. Il est reconnu comme surface fermée lorsque les droites sont découpées à leurs intersections *a*, *b*, *c* et *d*.

Dès lors que ces exigences sont respectées, le remplissage avec des hachures de type Ansi31 (2) ou avec des motifs fantaisistes vectoriels (3 et 4) est réalisable après sélection du contour. Si plusieurs contours doivent être remplis avec le même motif (5), il convient de tracer une fenêtre de sélection (f1), puis une autre (f2), et de valider le choix. Le motif, bien que se répartissant en deux surfaces distinctes, constitue en fait une seule entité, ce qui ne présente que des avantages. Dans f2, les règles de dessin indiquent sans ambiguïté que l'on a affaire à une pièce creuse à parois épaisses ; le logiciel hachure donc l'épaisseur de la paroi en coupe et non le pentagone intérieur qui représente un vide.

En résumé, une méthode sûre et productive pour emplir des surfaces en DAO consiste à créer un calque dédié, *Hachures*, sur lequel seront retracés les profils comme lors d'une mise au net ; et si un seul motif doit être utilisé, toutes les surfaces tracées sur ce calque seront sélectionnées et hachurées simultanément. La modification, le changement d'attribut ou l'effacement deviennent alors des opérations très simples, car il n'y a qu'une seule entité.

Pour le reste, les règles de hachurage du dessin traditionnel sont aussi valables en DAO :

- les hachures ne s'arrêtent pas sur des arêtes cachées ;
- les hachures sont limitées par des contours en trait continu fort ;
- les différentes coupes d'une même pièce sont hachurées pareillement ;
- des pièces juxtaposées dans un dessin ou plan d'ensemble ont des hachures d'inclinaison différente, voire d'aspect différent, dans le but d'informer sur la nature du matériau des différentes pièces.

EN SAVOIR PLUS **Types de hachures et motifs**

Un dessinateur en mécanique habitué seulement aux hachures (traits fins parallèles) nommées *Ansi31*, *Ansi32*, *Ansi33*, etc. de l'*American National Standards Institute* (ANSI), pourra être surpris par des motifs de remplissage tels que *brick*, *escher*, *grass*, *hexagon*, *honey*, *ar-brelm*, etc., disponibles dans QCad. C'est parce que ces mêmes motifs existent dans AutoCAD, logiciel DAO multispécialisé s'il en est, et que certains domaines d'application utilisent ces hachures et motifs (*hatch* et *pattern*), l'architecture par exemple. QCad, comme d'autres logiciels avant lui, garantit ainsi un degré de compatibilité avec la référence du genre.

L'attribution d'un type de hachures à une nature de matériau n'est pas normalisée ; il s'agit juste d'une tolérance, d'une convention d'emploi généralement admise. Aussi, la plupart des logiciels de DAO, tels AutoCAD ou FelixCAD, proposent-ils un ensemble de hachures ANSI sous le nom *AnsiXX*, où *XX* représente un numéro (voir figure 1-18). D'autres, tels DMT ou SolidConcept, préfèrent donner leur nom d'usage : *acier*, *aluminium*, *cuivre*, *léger*, *isolant*...

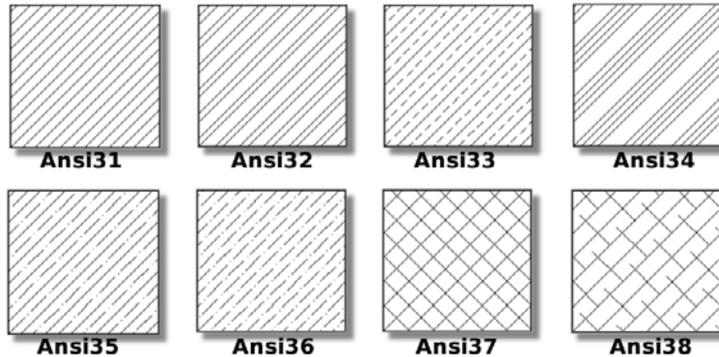


Figure 1-18
Échantillon de hachures ANSI

NORMES Cotation NF et ISO

La cotation est un élément capital du dessin technique, qui définit non seulement l'aspect dimensionnel des objets mais qui détermine aussi leur condition de fonctionnement. On parlera alors de « cotation fonctionnelle ». Dans les deux cas, la cotation est normalisée dans sa représentation graphique NF E 04-521, NF P 02-005, ISO 129 ; dans ses valeurs nominales NF E 01-001 ; dans son système de tolérances ISO NF E 02-000 à NF E 02-200, NF E 04-541 et ISO 286-0015.

ISO est le nom commun utilisé dans différentes langues pour désigner l'Organisation internationale de normalisation ; contrairement à ce que l'on a tendance à croire, il ne s'agit pas d'un acronyme anglo-saxon, mais d'un mot dérivé du grec *isos*, « égal ».

Cotation

La cotation est effectuée en phase finale de dessin ; elle fait partie de « l'habillage », au même titre que les hachures, les annotations diverses et le remplissage du cartouche. Elle doit totalement renseigner sur les dimensions de l'objet, à savoir que les indications qu'elle donne sont nécessaires et suffisantes pour fabriquer l'objet sans aucun doute possible. Chaque cote, sans exception, doit être exacte, conforme à la dimension à réaliser et représentative de l'entité tracée : il est donc totalement exclu de ne pas dessiner à l'échelle pour ensuite indiquer une valeur qui ne corresponde pas au dessin. D'ailleurs, en DAO, la valeur de la cote s'inscrit automatiquement en fonction de la mesure de l'entité faite par le logiciel. Il est certes possible de modifier cette valeur, mais comme il vient d'être précisé, c'est une mauvaise pratique.

En DAO, la cotation s'effectue sur un calque dédié et, comme en dessin traditionnel, il faut veiller, dans leur présentation, à ce que les cotes soient :

- équidistantes (la grille magnétique se révèle pour cela d'une aide précieuse) ;
- alignées ;
- disposées à l'extérieur des pièces ;
- non coupées par des lignes de rappel.

La figure 1-19 illustre une mauvaise cotation en I et la même cotation correctement effectuée en II.

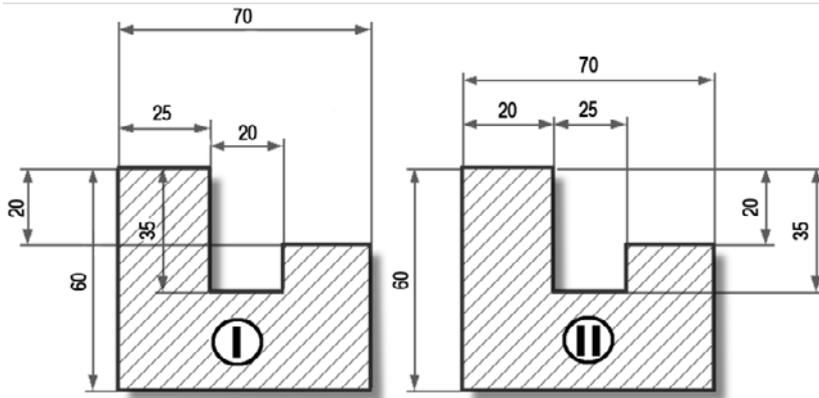


Figure 1-19
Exemples de cotation, erronée (I) et correcte(II)

Principe de construction d'une entité

Contrairement aux programmes d'illustration vectorielle, et même aux modélisateurs 3D ludiques, où les entités sont interactivement créées à la souris, les programmes de DAO obéissent à une logique de construction qui leur est propre. Le terme « construction » est employé à dessein : une entité est véritablement construite plutôt que tracée comme on le ferait au tire-ligne, c'est-à-dire que sa création se déroule selon une règle, assez semblable d'un programme de DAO à un autre, et qui peut se résumer à l'équation suivante :

Entité dessinée = Type + Contrainte + Accrochage

où :

- **Type** définit le type géométrique de l'entité : point, droite, segment, cercle, ellipse, arc, courbe de Bézier, etc. ;
- **Contrainte**, sous-entendu contrainte géométrique et/ou dimensionnelle, précise :
 - la dimension : longueur ou rayon ;
 - la position géométrique relative : tangent à, parallèle à, perpendiculaire à, distant de, incliné de... ;
 - la position géométrique absolue : horizontal, vertical, orthogonal – ce que Qcad appelle des « restrictions » ;
- **Accrochage** indique comment est fixée l'entité : aux coordonnées, aux intersections, aux extrémités, au centre de...

La méthode est rigide, certes, et paraît laborieuse, alors qu'elle n'est que rigoureuse. Quand l'habitude est prise de dessiner ainsi, il est difficile de revenir aux à-peu-près laxistes des logiciels non spécialisés. Mais un exemple vaut mieux qu'un long discours. Pour dessiner, par exemple, un cercle de rayon 20 mm dont le centre se situe dans la zone de dessin à 30 mm en X (abscisse) et 40 mm en Y (ordonnée), il faudrait élaborer une « phrase de commande » qui serait littéralement la suivante :

Cercle(type) de **Rayon 20**(contrainte dimensionnelle) dont le **centre** est situé à **X30** et **Y40**(accrochage aux coordonnées).

En réalité, Qcad n'impose pas que les ordres lui soient passés sous cette forme (gare aux fautes d'orthographe, sinon !); il interprète de fait les clics actionnés sur les icônes prévues à cet effet. La commande Qcad pour tracer le cercle en question, illustrée par la figure 1-20, se déroule comme suit :

- 1 Sélectionner le *Cercle* dans la palette d'outils principale. C'est le type.
- 2 Choisir ensuite le *Cercle avec centre et rayon*. C'est la contrainte géométrique.
- 3 Indiquer la valeur du *Rayon* (contrainte dimensionnelle).
- 4 Pointer *Positionnement libre ou coordonnées*. C'est l'accrochage.
- 5 Indiquer le valeur de X et Y , sous la forme x,y puis valider. Le cercle du rayon voulu est ainsi tracé à l'endroit indiqué.

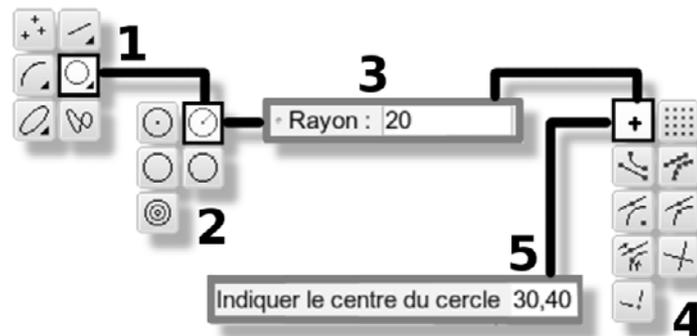


Figure 1-20
Construction de l'entité Cercle

Ce concept du DAO est essentiel ; il importe donc de le maîtriser, ce qui induit d'en répéter souvent la structure. Ainsi, à la section *Application : élaboration d'une commande* du chapitre 3, trouve-t-on la description de la « phrase de commande » destinée à la construction d'un segment de droite passant par deux points de la grille.

Termes techniques employés

Tout au long de ce chapitre, des termes spécifiques au dessin technique et au DAO ont été employés. Pour que ce jargon ne demeure ni obscur ni éparpillé dans le texte, leurs définitions ont été regroupées dans un glossaire placé en fin d'ouvrage.

Il est donc conseillé au lecteur de s'y reporter, si besoin. Ainsi, les termes dont il a été longuement question dans les paragraphes précédents sont supposés désormais connus pour la suite.

À LIRE **Linux Pratique**

Ce chapitre est partiellement fondé sur un article intitulé « DAO : le dessin réglementé », publié par l'auteur en octobre 2006, dans le Hors série N° 7 de *Linux Pratique* ayant pour thème « Le dessin vectoriel libre par la pratique », avec l'autorisation de Diamond Editions. Dans ce même numéro de *Linux Pratique*, les lecteurs qui veulent s'exercer plus spécialement en dessin technique de mécanique trouveront un exercice pas à pas de l'auteur, consacré à la définition de la clé de mandrin présentée sur la figure 1-21.

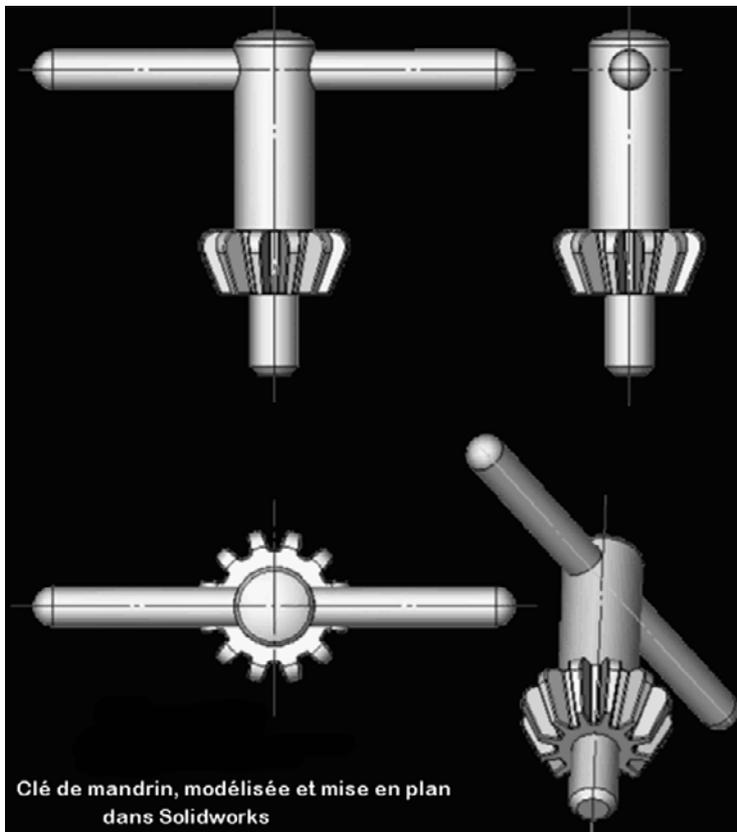


Figure 1-21 Exercice Clé de Mandrin dans le HS Linux Pratique N° 7

chapitre 2

