

Emmanuel Berquez

Préparation
au 1^{er} niveau de certification

Modélisation 3D avec **SolidWorks**



● Éditions
EYROLLES

Modélisation 3D avec **SolidWorks**

Un livre-outil sur l'essentiel de SolidWorks

Développé par Dassault Systèmes, SolidWorks est l'un des principaux logiciels 3D de CAO qui utilisent la conception paramétrique. Cet ouvrage très illustré en explique les principales fonctionnalités, tout en proposant des méthodes de travail et des bonnes pratiques héritées de l'expérience de l'auteur. De difficulté progressive, chaque chapitre présente un nouvel ensemble de commandes, de concepts et de formes à concevoir, qui s'appuie sur les connaissances acquises dans les chapitres précédents. Cet apprentissage est complété par une douzaine d'exercices dont les corrigés sont disponibles en ligne. Destiné aux étudiants comme aux professionnels, ce livre permet aussi de préparer le premier niveau de certification SolidWorks (CSWA).

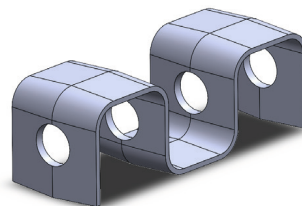
À qui s'adresse ce livre ?

- Aux étudiants en écoles d'ingénieur, design industriel, lycées techniques...
- Aux concepteurs produit, designers, dessinateurs, ingénieurs...
- À tous ceux qui souhaitent se préparer au 1^{er} niveau de certification SolidWorks

Au sommaire

Premiers pas avec SolidWorks • Techniques d'esquisse • Modifications d'esquisse • Techniques de modélisation basique • Les éléments de construction • Techniques de modélisation avancée • Les cosmétiques • Modifications de conception • Duplication de fonctions • Paramétrage des composants • Matériaux et propriétés massiques • Les assemblages • Les mises en plan • La simulation • Préparation à l'examen CSWA.

Certifié expert SolidWorks, **Emmanuel Berquez** a travaillé plus de 20 ans comme concepteur produit dans de grands groupes industriels. Également prototypiste et formateur, il a été en outre accompagnateur de projets chez TechShop pour des start-ups.



Modélisation 3D avec **SolidWorks**

CHEZ LE MÊME ÉDITEUR

B. FAURET, H. HEBEISEN et O. SARAJA. – **La 3D libre avec Blender (7^e édition)**.
N°67714, 2019, 514 pages.

H. HEBEISEN. – **Rendu 3D avec Blender et Cycles**.
N°14231, 2016, 224 pages.

M. DUPONT DE DINECHIN. – **Blender pour l'architecture (2^e édition)**. *Conception, rendu, animation et impression 3D de scènes architecturales*.
N°14310, 2016, 330 pages.

DANS LA COLLECTION « SERIAL MAKERS »

J. LAUNAY. – **Python pour la carte micro:bit**.
N°67826, 2019, 168 pages.

D. NIBART. – **40 activités avec la carte micro:bit**.
N°67749, 2019, 64 pages.

J.-B. BOICHAT. – **Programmer en Java pour le Raspberry Pi 3**.
N°67746, 2019, 348 pages.

D. NIBART. – **36 activités avec le robot mBot**.
N°67664, 2018, 64 pages.

J.-M. MOLENAAR et M. SABOURDY. – **Les machines à commande numérique**.
N°14172, 2018, 176 pages.

J. BOYER. – **Réparez vos appareils électroniques (2^e édition)**.
N°67621, 2019, 404 pages.

D. KNOX. – **Petits robots à fabriquer**.
N°67575, 2018, 160 pages.

E. BARTMANN. – **Le grand livre d'Arduino (3^e édition)**.
N°67488, 2018, 528 pages.

S. MONK. – **Mouvement, lumière et son avec Arduino et Raspberry Pi**.
N°11807, 2016, 352 pages.

Emmanuel Berquez

Modélisation 3D avec **SolidWorks**

● Éditions
EYROLLES

ÉDITIONS EYROLLES
61, bd Saint-Germain
75240 Paris Cedex 05
www.editions-eyrolles.com

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans l'autorisation de l'Éditeur ou du Centre Français d'exploitation du droit de copie, 20, rue des Grands Augustins, 75006 Paris.

© Éditions Eyrolles, 2020, ISBN : 978-2-212-67850-5

Avant-propos

Cet ouvrage a pour objectif principal de vous expliquer les bases de la modélisation solide et de la modélisation paramétrique avec le logiciel SolidWorks. Son principe est le suivant : plus vous créez de modèles avec SolidWorks, mieux vous maîtriserez le logiciel. Dans cet esprit, chaque chapitre présente ainsi un nouvel ensemble de commandes, de concepts et de formes à concevoir, qui s'appuie sur les connaissances acquises dans les chapitres précédents.

Ce livre n'a pas la vocation de couvrir toutes les fonctions de SolidWorks, mais de fournir une introduction complète au logiciel, depuis la construction de modèles solides de base à celle de conceptions mécaniques intelligentes, en passant par la création de dessins à vues multiples et de modèles d'assemblage. Il est complété par une douzaine d'exercices figurant à la fin des chapitres.

Pour bien appréhender le logiciel et enrichir votre expérience d'utilisateur, un seul conseil : modélisez, modélisez, modélisez ! Tentez de modéliser les objets qui vous entourent : même si certains vous semblent très simples, ils pourront vous réserver quelques surprises et seront d'excellents supports pour vous exercer.

À qui s'adresse cet ouvrage ?

Ce livre se présente comme un guide de formation pratique pour les étudiants (en écoles d'ingénieur, design industriel, lycées techniques...) et les professionnels (designers, concepteurs produit, dessinateurs, projeteurs, ingénieurs, techniciens...). Il sera aussi utile aux utilisateurs de SolidWorks souhaitant se mettre à niveau à partir d'une version précédente du logiciel. Les techniques et les concepts de modélisation solide abordés ici sont en outre applicables à d'autres packages de CAO paramétriques basés sur des fonctionnalités.

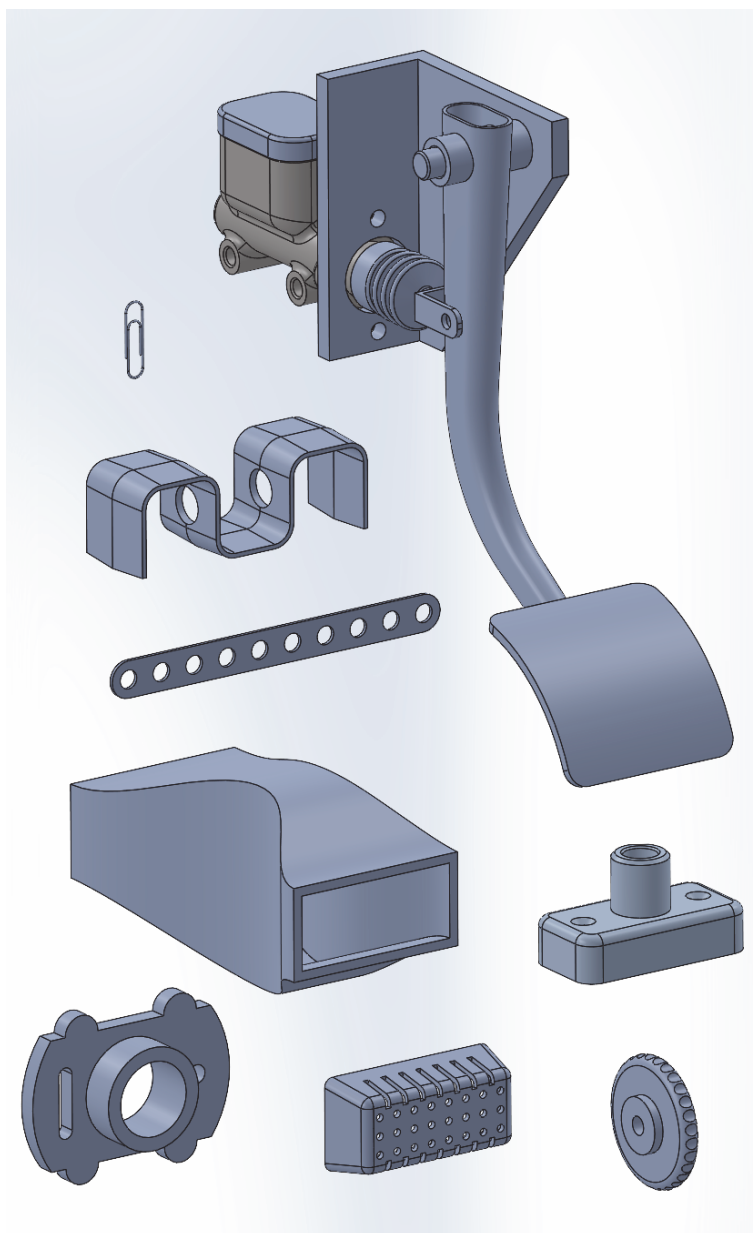
Cet ouvrage est également destiné à tous ceux qui cherchent se préparer au premier niveau de certification SolidWorks, examen en ligne qui constitue un atout indéniable dans le milieu professionnel.

Exemples de modélisations

Plutôt qu'un long discours, retrouvez sur la figure suivante les différents types de modélisations qui seront expliqués dans ce livre.

Figure 0-1

Types de modélisations 3D



Compléments web du livre

Pour vous aider dans la compréhension des exercices du livre, vous trouverez à l'adresse <https://www.editions-eyrolles.com/dl/0067850> les fichiers des modélisations, que vous pourrez ainsi comparer avec votre travail. Sachez cependant qu'ils ne sont pas nécessaires à la réalisation de ces exercices car chaque manipulation débute avec un fichier vierge.

Configuration du logiciel

Pour bien exploiter ces exercices, il convient d'avoir effectué une installation standard de SolidWorks en choisissant les préférences par défaut. Ces dernières seront appliquées dans tout l'ouvrage, sauf mention contraire.

À propos de l'auteur

Passionné par l'ingénierie et l'éducation, Emmanuel Berquez a travaillé plus de 20 ans comme concepteur de produits dans de grands groupes industriels, en utilisant divers logiciels de CAO. SolidWorks lui permet de modéliser et tester ses créations, qu'il peut ensuite valider physiquement grâce à sa casquette de prototypiste. Également formateur et certifié CSWE (*Certified SolidWorks Expert - Mechanical Design*), il est compétent pour fournir un support technique aux utilisateurs finaux.

Remerciements

Ce livre n'aurait pas été possible sans un grand soutien de mon entourage. Je remercie aussi le service éditorial des éditions Eyrolles et plus particulièrement Antoine Derouin pour sa patience, son soutien et ses suggestions dans ce projet. Je suis également très reconnaissant envers Mathilde Berchon, auteur de l'ouvrage *L'impression 3D* aux éditions Eyrolles, pour ses conseils et son inépuisable gentillesse. Un grand merci en outre à l'ensemble des enseignants que j'ai rencontrés lors de mon parcours scolaire, à mes amis fidèles qui m'encouragent dans la poursuite de mes différents projets, et surtout à ma famille bien-aimée.

Enfin, j'adresse des remerciements sans limite à Nadège et Valentin pour leur sollicitude, leur compréhension et leurs encouragements tout au long de ce projet d'écriture.

Table des matières

CHAPITRE 1

Premiers pas avec SolidWorks	1
Description des manipulations	1
Démarrer SolidWorks	2
Interface de conception pièce	3
Barre d'outils	4
Menus déroulants de la barre d'outils	6
Menu contextuel	6
Les fonctions tête haute	7
Le ruban	7
Navigation et affichage	8
Navigation à la souris	8
Navigation au clavier	9
Cube de visualisation	9
Vues nommées	10
Style d'affichage	10
Environnement et effets	11
L'arbre modèle (FeatureManager)	11
Propriétés (PropertyManager)	12
Volet des tâches	13
Cheminement d'une modélisation paramétrique	15
Restez simple !	15
Modélisation basée sur les fonctionnalités	15
<i>Fonctions basées sur des esquisses</i>	18
<i>Fonctions de sélection</i>	18
<i>Relations parents/enfants</i>	18
Fonctions paramétriques	19
Gestion des assemblages	20
Mise en plan	20
Associativité	21

CHAPITRE 2

Techniques d'esquisse 23

Créer une esquisse	24
Entrer et sortir d'une esquisse	25
Modifier une esquisse existante	25
Tracer une ligne	26
Comprendre les contraintes géométriques	28
Les relations géométriques	29
Liste des relations géométriques	29
Manipulation des relations	35
<i>Visibilités des relations</i>	35
<i>Ajouter une relation</i>	36
<i>Supprimer une relation</i>	36
<i>Annuler l'ajout automatique de relation</i>	36
<i>Paramétrage des relations</i>	37
Créer la cotation de son esquisse	37
<i>Cotation linéaire d'un segment</i>	37
<i>Cotation linéaire entre deux lignes</i>	38
<i>Cotation angulaire</i>	39
Modifier la cotation	40
Déplacer une cote	40
Contraintes automatiques	41
Sur-contrainte et cotations pilotées	42
Origine d'esquisse	44
Utiliser les lignes de construction	44
Contours d'esquisse	45
Fonctions complémentaires de tracé d'esquisse	46
Rectangles	46
Cercles	47
Création d'arcs	48
Congé d'esquisse	49
Formes polygonales	50
Rainures	50

CHAPITRE 3

Modifications d'esquisse 51

Types d'esquisses	51
Esquisse standard	51
Esquisse à plusieurs contours fermés	52
Esquisse à contour ouvert	52

Esquisse avec des extrémités non jointes	53
Esquisse avec contour entrecroisé	54
Esquisse avec contours séparés	54
Aménagement d'une esquisse	55
Ajuster/prolonger des entités	55
Convertir les entités	57
<i>Couper les liens de la géométrie projetée</i>	57
Utiliser l'outil de décalage	57
Symétries d'esquisse	57
<i>Symétrie dynamique</i>	57
<i>Symétrie</i>	59
Répétitions d'esquisse	59
Suppression d'une esquisse	60

CHAPITRE 4

Techniques de modélisation basique 61

Réglage des standards	61
Régler les unités	62
L'outil d'extrusion	62
Ajouter de la matière avec l'outil d'extrusion	62
Esquisse sur une face existante	64
Ajouter une fonction secondaire	65
Enlever de la matière en extrusion	66
Renommer les fonctions	67
Éditer la fonction d'extrusion	67
<i>Redéfinir une fonction</i>	68
<i>Redéfinir une esquisse</i>	69
La direction d'extrusion	69
Extrusion fine	70
Les limites d'extrusion	72
<i>Limite de définition Plan milieu</i>	72
<i>Limite de fin à travers tout</i>	72
<i>Limite de fin jusqu'à la prochaine surface</i>	73
<i>Limite de fin jusqu'à</i>	74
<i>Limite de départ</i>	74
Extrusion avec un angle	75
L'outil Révolution	76
Créer l'esquisse pour la première fonction	76
Création de la fonction de révolution	78
Enlèvement de matière par révolution	78

Exercice 4.1 : le support	80
Exercice 4.2 : le maître-cylindre	83

CHAPITRE 5

Les éléments de construction 87

Les axes de construction	87
Créer des axes de construction	87
Les plans de construction	89
Plans d'origine par défaut	89
Créer des plans de construction	90
<i>Plan orienté par un angle</i>	90
<i>Plan décalé</i>	91
Exercice 5.1 : le maître-cylindre (suite)	92

CHAPITRE 6

Techniques de modélisation avancée 97

Balayages	97
Esquisse du chemin	97
Esquisse du profil	98
Création du balayage	99
Lissages	100
Créer des plans décalés	100
Créer des esquisses sur les plans décalés	101
Créer la fonction de lissage	103
Coque	105
Exercice 6.1 : le couvercle	106
Exercice 6.2 : la pédale	109

CHAPITRE 7

Les cosmétiques 115

Les congés	115
Congés à taille constante	115
Congés à taille variable	117
Congés complets	117
Les chanfreins	118
Les trous	120
Exercice 7.1 : le maître-cylindre (fin)	122

CHAPITRE 8

Modifications de conception 131

Les relations parents-enfants	131
Relations au niveau d'une esquisse	132
Relations au niveau de la fonction	132
Appliquer une modification	134
Suppression d'une fonction	134
La fonction de reprise	135
Réordonner les fonctions	137
Référencement de fonctions	138
Exercice 8.1 : l'axe	139
Exercice 8.2 : le piston	140
Exercice 8.3 : le soufflet	142

CHAPITRE 9

Duplication de fonctions 147

Répétitions rectangulaires	147
Créer la fonction de base	148
Aménager la géométrie	149
Création de la fonction répétée	150
Répétition de la fonction sur une direction	151
Répétition de la fonction sur deux directions	152
Répétitions circulaires	154
Création de la fonction d'extrusion à répéter	154
L'outil Répétition circulaire	156
Les symétries	157

CHAPITRE 10

Paramétrage des composants 159

Les propriétés d'un document SolidWorks	159
Renommer des cotes	160
Créer une équation	162
Table des paramètres	162
Les variables globales	163
Piloter un objet grâce aux paramètres	164
Ajout d'un trou piloté	165
Exercice 10.1 : la chape	168

CHAPITRE 11

Matériaux et propriétés massiques 173

Sélectionner un matériau	173
Mesurer	174
Propriétés massiques	175

CHAPITRE 12

Les assemblages 179

À propos des assemblages	179
Méthodologies d'assemblage	179
Degrés de liberté	180
Contraintes d'assemblage	181
<i>Contraintes standards</i>	181
<i>Contraintes avancées</i>	182
<i>Contraintes mécaniques</i>	182
Création des composants	182
Insertion de composants dans l'assemblage	184
Assemblage du premier composant	184
Insertion d'un second composant	185
Ajout de contraintes d'assemblage	186
La première contrainte d'assemblage	186
Appliquer une deuxième contrainte	187
Appliquer la troisième contrainte	188
Insérer un composant ToolBox	189
Modification de pièce dans un assemblage	191
Exercice 12.1 : l'assemblage du frein	193

CHAPITRE 13

Les mises en plan..... 199

Création d'une mise en plan (fichier SLDDRW)	199
Réglages de la mise en plan	201
Modification des normes et unités	201
Réglages du fond de plan	202
Ajout des vues	203
Trois vues standards	203
Ajouter une nouvelle feuille	204
Vue de base	205
<i>En utilisant la palette de vues</i>	205
<i>En utilisant les vues du modèle</i>	206
Vue projetée	206

Vue auxiliaire	207
Vue en coupe	208
Affichage des vues	209
Style d'affichage	209
Échelle de feuille et de vue	210
<i>Modifier l'échelle de la feuille</i>	210
<i>Modifier l'échelle d'une vue.</i>	211
Mise en plan d'un assemblage	211
Ajout d'une vue de base	212
Rotation d'une vue	212
Ajout d'une vue en coupe	213
Cotation et annotation des vues	214
L'assistant objet du modèle	214
Repositionner les dimensions	216
Cacher la cotation	217
Ajout des traits d'axes	217
Ajout manuel de la cotation	219
Ajout d'annotations	220

CHAPITRE 14

Préparation à l'examen CSWA..... 223

La certification	223
Candidat pour le CSWA	224
Entraînez-vous !	224
Déroulement d'un examen CSWA	225
Quelques astuces et techniques	225
Après l'examen	226
Types de problèmes posés lors de l'examen	226

Index..... 229

1

Premiers pas avec SolidWorks

SolidWorks est un logiciel de conception utilisé pour modéliser et créer des esquisses 2D et 3D, pièces et assemblages 3D ainsi que des mises en plan. Ce modeleur 3D utilise la conception paramétrique, ce qui permet de hiérarchiser les opérations effectuées lors de la création. Il vous est donc possible de maîtriser précisément le modèle 3D et d'apporter indéfiniment des modifications pour l'adapter à votre besoin.

Description des manipulations

Trois principaux éléments sont créés dans cet environnement.

- La **pièce** comporte essentiellement la construction géométrique de l'élément que l'on souhaite représenter ; c'est un objet monobloc. L'extension de ce type de fichier est ***.sldprt**.
- L'**assemblage** va réunir plusieurs pièces dans un positionnement relatif ; des contraintes vont vous aider à positionner chaque élément par rapport à d'autres. SolidWorks vous laisse la possibilité de concevoir des assemblages figés ou mobiles afin de représenter au mieux tout type de mécanisme. L'extension utilisée est ***.sldasm**.
- La **mise en plan** permet d'illustrer une pièce ou un assemblage sur un support papier. L'extension est ***.slddrw**.

Démarrer SolidWorks

Démarrez une session de SolidWorks pour vous familiariser avec l'interface utilisateur.

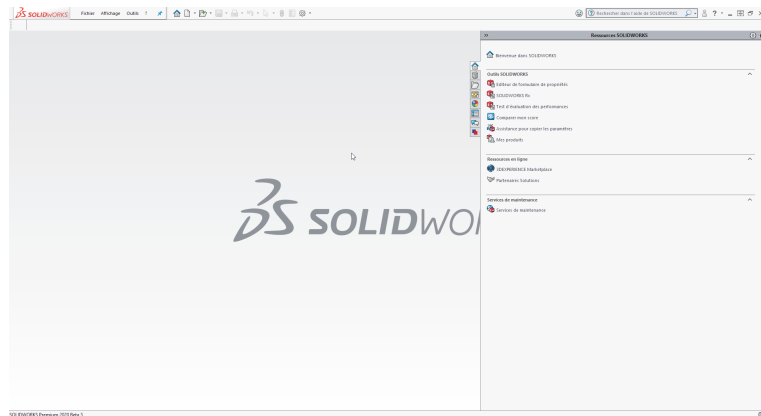
Ce livre s'utilise avec une installation standard de SolidWorks. Tout est décrit pour la version 2020 ; remplacez l'année si vous utilisez une version différente.

Le démarrage de SolidWorks dépend du système d'exploitation que vous utilisez. Dans la majorité des cas, vous le sélectionnez dans le menu *Démarrer* ou cliquez sur l'icône qui a été déposée sur le bureau de l'environnement Windows.

- 1 Cliquez sur *Démarrer* dans la barre des tâches Windows.
- 2 Cliquez sur *Tous les programmes*.
- 3 Cliquez sur *SolidWorks 2020* (ou autre version).
- 4 Cliquez sur l'application *SolidWorks 2020*.

Ce livre a été conçu en considérant que vous utilisez une configuration par défaut de SolidWorks ; si vous utilisez une configuration spécifique, veillez à adapter vos actions en conséquence. Vous pouvez aussi tenter de revenir à une configuration d'origine afin de trouver le même déroulement pour la suite de cette formation.

Figure 1-1
Disposition de l'écran SolidWorks
au démarrage



Il est possible que le volet des tâches n'apparaisse pas. Pour le faire apparaître, cliquez sur *Affichage* dans le menu déroulant, puis dans *Interface utilisateur* et activez *Volet des tâches*.

Vous avez la possibilité d'agrandir ce volet des tâches ou de le maintenir affiché en cochant l'épingle en haut à droite de cette fenêtre.

Le volet des tâches contient par défaut plusieurs onglets :

- *Ressources SOLIDWORKS* ;
- *Bibliothèque de conception* ;
- *Explorateur de fichiers* ;
- *Palette de vues* ;
- *Apparences Scènes et décalques* ;

- *Propriétés personnalisées* ;
- *SOLIDWORKS forum*.

À ce niveau, vous avez deux options.

- *Nouveau...* sert à créer un document. Une boîte de dialogue vous invite à choisir le type de fichier.
- *Ouvrir...* affiche un document existant, qu'il soit natif SolidWorks, ou d'un des nombreux formats 3D pris en charge, ce que nous verrons plus tard.

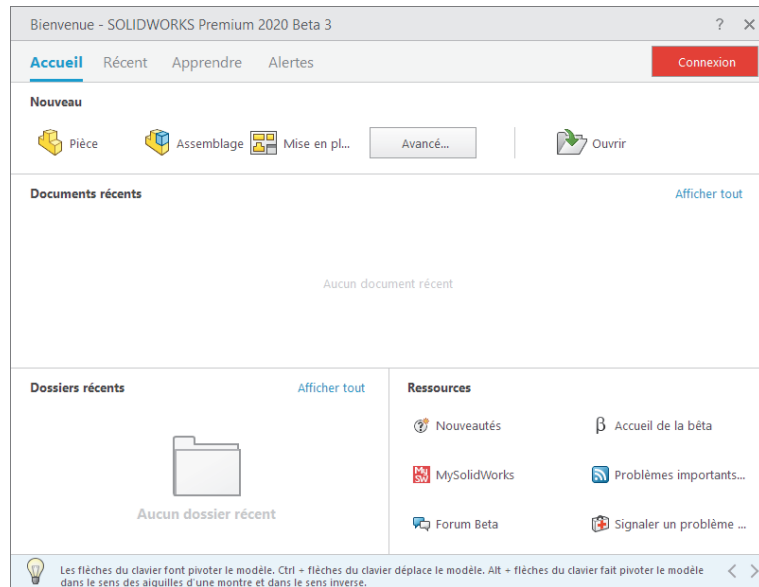
Ces deux commandes, vous les retrouverez aussi dans les *Ressources SOLIDWORKS*.

- 1 Cliquez sur *Bienvenue dans SOLIDWORKS* depuis la barre de menus.
- 2 La boîte de dialogue *Nouveau document SOLIDWORKS* apparaît.

Vous avez alors trois possibilités : créer un document *Pièce*, *Assemblage* ou *Mise en plan*.

Cliquez sur *Pièce*.

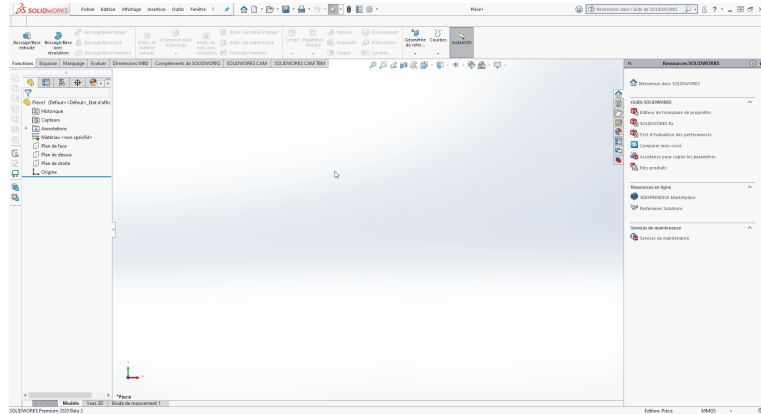
Figure 1–2
Fenêtre de bienvenue



Interface de conception pièce

La figure 1–3 montre à quoi ressemble l'environnement de travail SolidWorks par défaut. Cette fenêtre est composée de plusieurs éléments distincts qui évolueront au cours de la conception.

Figure 1–3
Environnement Pièce
de SolidWorks



Barre d'outils

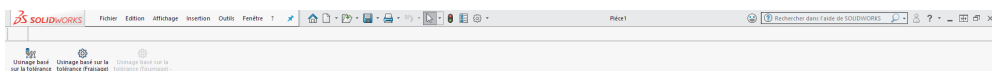


Figure 1–4 Barre d'outils

La barre d'outils regroupe l'ensemble des menus déroulants : *Fichier*, *Edition*, *Affichage*, *Insertion*, *Outils*, *Fenêtre* et l'aide (?).

Elle peut s'afficher réduite ou développée. Au format réduit, la barre va s'agrandir à l'approche de votre curseur. Pour la maintenir développée, cliquez sur la punaise au bout de la barre.

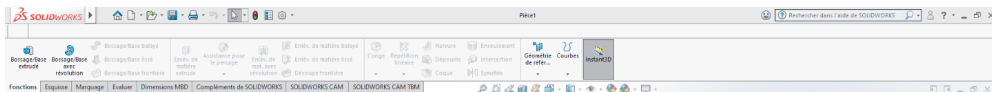


Figure 1–5 Barre de menus réduite

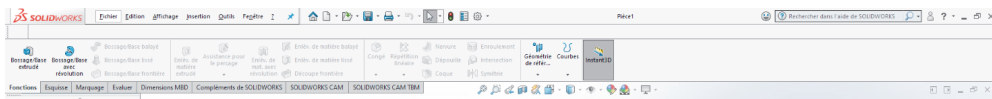
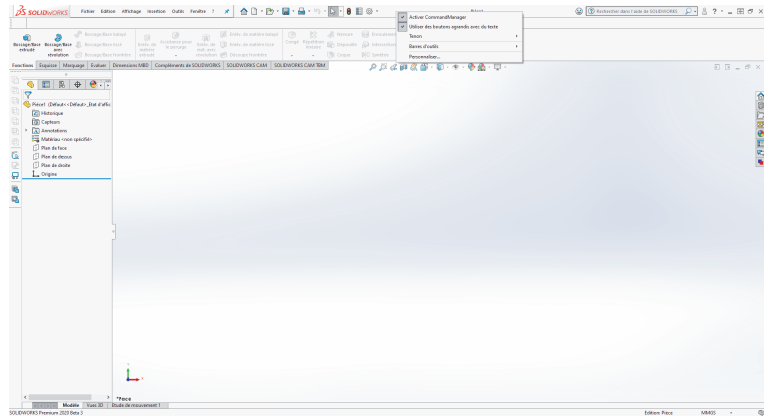


Figure 1–6 Barre de menus développée

Sur la droite, on trouve les icônes des outils les plus fréquemment utilisés, qui resteront affichées quel que soit le contexte d'utilisation de SolidWorks. À l'usage, vous pourrez personnaliser cet affichage :

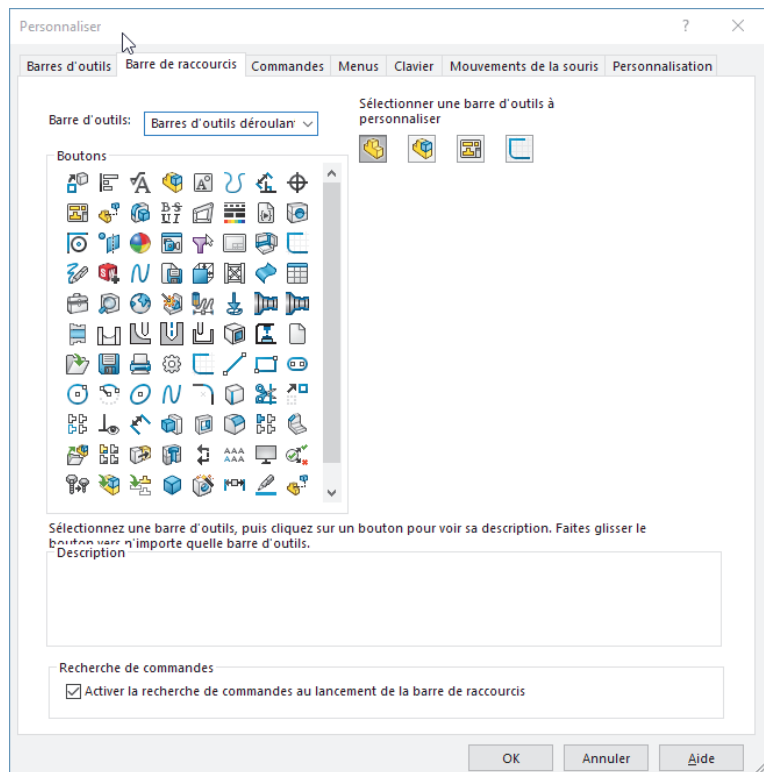
- *Clic droit* sur la barre des menus.
- Cliquez sur *Personnaliser...*

Figure 1-7
Accès à la personnalisation



- Sélectionnez l'onglet *Barre de raccourcis*.

Figure 1-8
Fenêtre Personnaliser

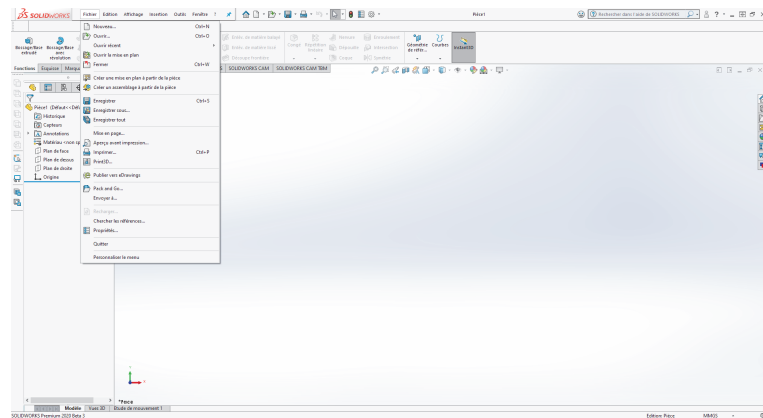


- Pour ajouter des icônes, il suffit de les sélectionner et de les déposer à l'endroit souhaité, par une action de glisser-déposer.

Menus déroulants de la barre d'outils

Dans cette barre de menus, vous retrouverez la totalité des fonctions utilisables avec SolidWorks. Par exemple, les fonctions disposées dans le ruban sont aussi atteignables par la barre de menus. Si certaines fonctions restent grises, c'est qu'elles ne sont pas disponibles dans le contexte de votre construction.

Figure 1–9
Menus déroulants

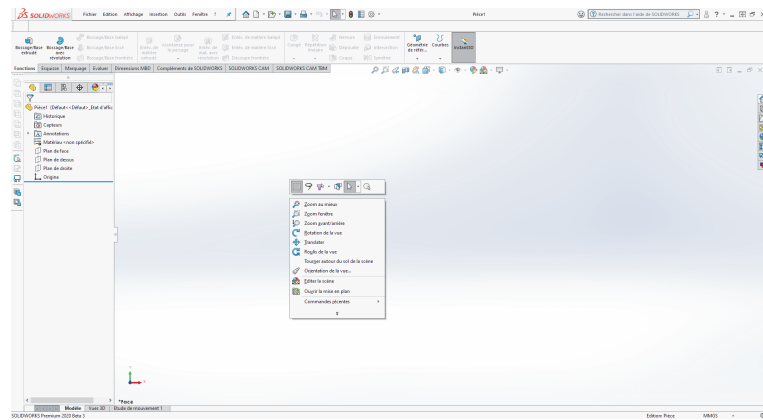


Les menus déroulants vous affichent également l'ensemble des raccourcis clavier par défaut, mais aussi vos propres raccourcis.

Menu contextuel

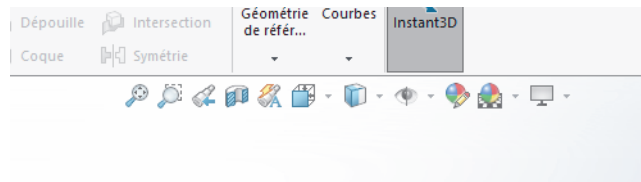
Lors d'un simple clic droit, un menu contextuel va s'afficher sous le pointeur de la souris. Les fonctions proposées sont les plus fréquemment utilisées selon l'action que vous êtes en train de réaliser.

Figure 1–10
Menu contextuel



Les fonctions tête haute

Figure 1–11
Les fonctions tête haute



Les fonctions présentes sur la fenêtre graphique sont appelées fonctions tête haute. Cette barre regroupe l'ensemble des outils de visibilité ; ils sont placés ici afin de les retrouver rapidement lors de votre travail dans la fenêtre graphique.

- *Zoom tout*
- *Zoom fenêtre*
- *Vue précédente*
- *Vue de section*
- *Modification de la vue en cours* ; plusieurs orientations sont préenregistrées (*Face*, *Dessus*, *Gauche*...) et vous pouvez aussi choisir de diviser la fenêtre graphique pour voir votre objet selon plusieurs orientations à la fois.
- *Style d'affichage*
 - *Arêtes en mode image ombrée*
 - *Image ombrée*
 - *Ligne cachés supprimées*
 - *Lignes cachées apparentes*
 - *Image filaire*
- *Visibilité* : active ou désactive l'affichage de tout type d'élément dans la fenêtre graphique (plans, axes, repères).
- *Modifier l'apparence* : influe sur l'apparence du modèle en cours de construction grâce à une bibliothèque d'apparences réalistes.
- *Modifier la scène* : alors que la fenêtre graphique se présente par défaut avec un fond blanc, d'autres fonds d'écran sont disponible dans cette fonction.
- *Paramètre d'affichage* : fonctions d'affichage avancées, comme les ombres portées ou la réflexion.

Le ruban

L'interface du ruban est dynamique et donne accès à de nombreux outils et options de SolidWorks. Seules les actions possibles dans le contexte de conception sont accessibles. Sur une pièce vide, par exemple, il n'est pas possible d'accéder aux fonctions d'enlèvement de matière ; vous pouvez uniquement en ajouter.