

**COMMENT PREPARER UN
CAHIER DES CHARGES
POUR MAQUETTES,
GABARITS, MOYENS DE
CONTROLE DIMENSIONNEL
ET SUPPORTS 3D**

Avril 2010

SOMMAIRE

<u>PREAMBULE.....</u>	<u>3</u>
<u>I. POURQUOI UN CAHIER DES CHARGES ?</u>	<u>4</u>
<u>II. CONE DE L'INCERTITUDE</u>	<u>5</u>
<u>III. PRODUITS ET SERVICES SUR MESURE.....</u>	<u>7</u>
3.1 - LE TAILLEUR	7
3.2 - LE BUREAU D'ETUDES	7
<u>IV. QUELS ASPECTS COMPORTE UN CAHIER DES CHARGES ?.....</u>	<u>9</u>
4.1 - DOCUMENTS DE REFERENCE POUR LES DIFFERENTS CLIENTS	9
4.2 - REFERENCEMENT DU MOYEN DE CONTROLE	11
4.3 - MODES D'ALIGNEMENT DE LA PIECE	12
4.4 - MODES DE FIXATION DE LA PIECE	14
4.5 - SYSTEMES ET TYPES DE CONTROLE DES COTES A VERIFIER	15
4.6 - MATERIELS DE CONSTRUCTION	19
4.7 - TOLERANCES DE CONSTRUCTION	20
4.8 - IDENTIFICATION GENERALE DU MOYEN DE CONTROLE ET DE SES ELEMENTS	21
4.9 - MANUTENTION DES MOYENS DE CONTRÔLE	23
4.10 - INFORMATION NECESSAIRE POUR VALIDER L'ETUDE AVANT LA FABRICATION	24
4.11 - BILAN DIMENSIONNEL ET R&R	25
4.12 - MODE D'EMPLOI	26
4.13 - EMBALLAGE ET STOCKAGE DES MOYENS DE CONTROLE	27
4.14 - ENTRETIEN	27
<u>BIBLIOGRAPHIE.....</u>	<u>29</u>

Préambule

Ce manuel ne prétend pas remplacer les cahiers des charges actuellement utilisés par les constructeurs automobiles ou leurs fournisseurs. Il ne prétend pas non plus être une Bible pour la construction de moyens de contrôle dimensionnel. Nous l'avons élaboré à partir des expériences que nous avons vécu au fil des années, qu'elles soient bonnes ou mauvaises, ainsi qu'à partir des différents projets auxquels nous avons pu participer.

Ce manuel prétend justifier en plus grande mesure l'importance de ces spécifications techniques, afin de réduire l'incertitude et d'assurer que les étapes suivantes pourront être réalisées selon les coûts et les délais d'exécution attendus. Il s'agit d'une aide supplémentaire aux entreprises ne disposant pas encore d'un cahier des charges et souhaitant le rédiger.

I. Pourquoi un cahier des charges ?

La définition d'un cahier des charges pour la conception de moyens de contrôle ou de [gabarits](#) est un aspect essentiel pour les entreprises les utilisant fréquemment. Ce cahier des charges définit les caractéristiques de conception, de fabrication et de stockage – aussi bien générales que spécifiques – de chaque gamme de produits.

Les cahiers des charges sont utilisés aussi bien pour la préparation du devis de l'outillage (RFQ – Request for Quotation), que comme guide pour sa conception.

C'est pour cette raison que nous, chez Tecnomatrix, souhaiterions collaborer à la rédaction de ce cahier pour tous nos clients ne l'ayant pas encore élaboré, afin de leur faciliter le travail ou de l'améliorer s'ils en ont déjà un.

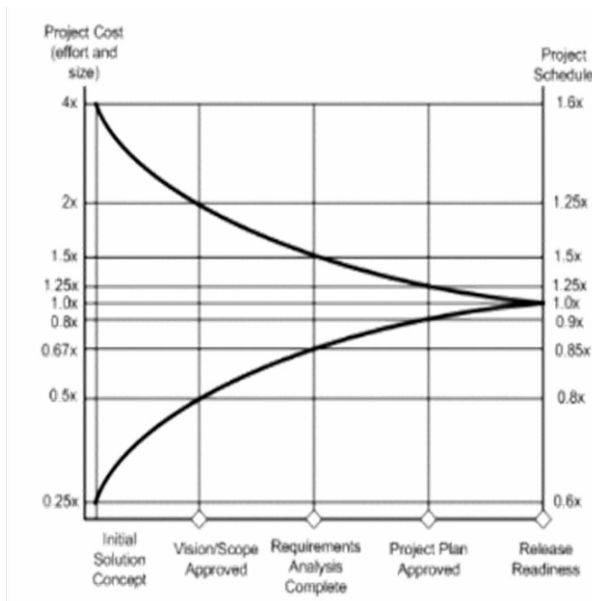
Les principaux points devant être inclus dans le cahier des charges sont :

- Documents de référence pour les différents clients.
- Alignement du moyen de contrôle.
- Modes d'alignement de la pièce.
- Modes de fixation de la pièce.
- Systèmes et types de contrôle des cotes à vérifier.
- Matériaux de construction.
- Tolerances de construction.
- Identification générale du moyen de contrôle et de ses composants.
- Information nécessaire à la validation de l'étude avant la fabrication
- Bilan dimensionnel et R+R.
- Mode d'emploi.
- Emballage et stockage des éléments de contrôle.
- Entretien.

Les données précédentes sont définies différemment en fonction du type de pièce à contrôler et du degré de précision de celle-ci. N'oublions pas qu'un excès ou un manque de qualité peuvent impliquer une perte de compétitivité. Cela signifie qu'en règle générale nous ne devrions pas avoir les mêmes spécifications pour des pièces de métal que pour des pièces de plastique injecté ou soufflé, par exemple.

Si nous ne savons quand nous devons utiliser des moyens de contrôle, avec quelle fréquence, etc, nous pouvons prendre comme référence la Military Standard 105 ([MIL-STD-105](#)), qui nous présente les procédures et les tableaux pour la réalisation d'une inspection correcte de notre production à partir d'échantillons.

II. Cône de l'incertitude



En général, les “**projets**” sont définis comme un *effort limité dans le temps pour atteindre un objectif*. Le **cône de l'incertitude** est l'outil que nous utilisons, consciemment ou inconsciemment, pour réaliser une **estimation du coût et du temps d'exécution** d'un projet. En fonction du niveau de définition des phases du projet, nous aurons une répercussion sur l'estimation des coûts et du délai d'exécution. Ainsi, nous pouvons obtenir une estimation des coûts allant de **0.25x à 4x**, “x” étant le coût réel final, qui ne sera

connu avec certitude qu'une fois que le projet sera terminé.

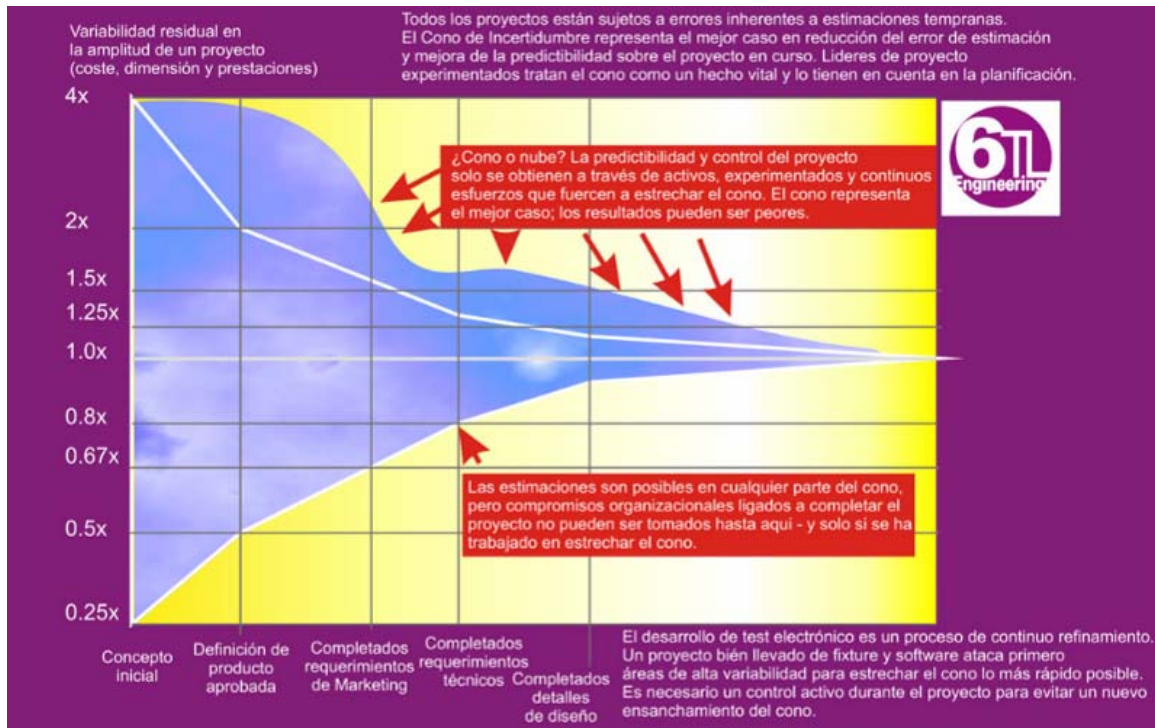
En pratique, si nous devons préparer un devis pour des [moyens de contrôle](#), il y aura une grande différence pour nous quant au risque si nous disposons d'un cahier des charges assez complet et élaboré ou si au contraire nous manquons d'information sur ce qui doit être contrôlé, comment fixer la pièce, les contrôles par variables ou par attributs, etc. L'expression “c'est vous l'expert” n'apporte aucune information et ne sert qu'à rendre les choses plus confuses. Pour un devis exact, nous devons disposer d'information précise, de fichiers 3D des pièces et de leur environnement, de plans 2D correctement cotés et tolérancés indiquant les caractéristiques critiques devant être contrôlées, etc.

La définition d'un moyen de contrôle nous affectera considérablement pour :

- La conception, l'étude, la réalisation 3D et 2D du projet.
- Les matériaux utilisés, les éléments de métrologie que nous inclurons ainsi que les traitements thermiques et de surface.
- La fabrication de chaque élément composant le moyen de contrôle.
- L'ajustage en fonction des tolérances et des exigences du client.
- Les travaux postérieurs tels que les études R&R, les modes d'emploi, les bilans dimensionnels de pièces, etc.

L'**incertitude** ne profite à aucune des deux parties, elle ne fait que transférer le risque d'une partie (client) à l'autre (fabricant de moyens de contrôle). Un projet dépassant le délai ou le coût prévu ne fait rien d'autre que nuire à la partie assumant le risque. Lorsque l'une des deux perd, ce sont les deux parties qui perdent car si le client espère recevoir sa commande à une date déterminée et que

les imprévus obligent à retarder la livraison, cela implique une augmentation des coûts ; nous entrons alors dans un cercle vicieux qui n'apporte aucune valeur.



Sources: <http://www.6tl.es/sabermas.asp>
<http://translate.google.es/translate?hl=es&langpair=en%7Ces&u=http://www.construx.com/Page.aspx%3Fhid%3D1648>

III. Produits et services sur mesure



Savez-vous que pour les processus d'achat de [moyens de contrôle](#) et de costumes sur mesure, le consommateur a un comportement similaire ?

La similitude réside justement dans le fait que ces deux **produits sont faits sur mesure**, et qu'il est nécessaire que nous indiquions au professionnel quelques aspects clé pour qu'il puisse nous donner exactement ce dont nous avons besoin.

3.1 - LE TAILLEUR

Si nous voulons avoir un bon costume, et que nous n'avons pas un corps de mannequin à qui tout va comme un gant, nous aurons besoin de nous rendre chez le tailleur. Le tailleur prendra nos mesures et nous demandera ensuite :

- Pour quelle occasion nous avons besoin de ce costume : pour un jour spécial, pour aller travailler, etc.
- Quel type de tissu et quelles couleurs nous préférons
- En quelle saison de l'année nous souhaitons le porter
- Quel style nous voulons avoir pour la veste, les boutons de manche et les ourlets du pantalon.

Le jour de l'essayage, quelques retouches seront nécessaires malgré le fait que le tailleur ait pris nos mesures au préalable.

Personne n'aurait l'idée de se rendre chez le tailleur et de commander un costume taille 42 sans aucune autre indication. Et de répondre au tailleur, lorsqu'il nous demande quelles sont nos préférences: "*c'est vous le spécialiste, non ?*"

3.2 - LE BUREAU D'ETUDES

C'est la même chose pour les moyens de contrôle. Nous avons besoin d'une [géométrie 3D](#) de la pièce et d'un **plan 2D** coté et tolérancé, mais cela n'est que l'information de départ.

Nous aurons également besoin d'un Cahier des charges, ou simplement d'une série d'indications pour pouvoir obtenir une étude parfaite. Il est important de savoir :

- Avec quels matériels le client préfère travailler
- Quelles cotes doivent être contrôlées
- Quels sont les points d'isostatisme (s'ils ne sont pas spécifiés dans le plan)
- Avec quel type de contrôles le personnel devant effectuer la vérification des pièces se sent le plus à l'aise
- De quel budget le client dispose

Pourtant, les clients ne se rendent pas toujours compte du fait que ces réponses sont importantes. Et il ne sont pas conscients du fait que le résultat final depend essentiellement de l'intérêt qu'ils porteront à ces réponses.


Nous avons pu vérifier que dans le cas de moyens de contrôle d'une certaine complexité, si le responsable du projet pour l'entreprise cliente ne s'implique pas consciencieusement dans l'étude du moyen, celui-ci finit par ne plus être utilisé, ou, s'il est utilisé, il est probable qu'il ne donne pas un résultat optimum.

Il est important que tous les problèmes éventuels puissent être prévus, et de disposer en fin de production d'un échantillon de pièce afin de pouvoir réaliser l'ajustage final du moyen de contrôle et de ses éléments de fixation. Disposer de pièces physiques nous permettra d'étudier la répétabilité du moyen de contrôle; sans elles, ce sera impossible.

IV. Quels aspects comporte un cahier des charges ?

4.1 - DOCUMENTS DE REFERENCE POUR LES DIFFERENTS CLIENTS


Dans cette section, nous devons prendre en compte l'information que nous a fourni le client final. En fonction de chaque constructeur automobile, nous pourrions recevoir uniquement **les cahiers des charges généraux** (applicables à tous les moyens de contrôle) ou également les **cahiers des charges spécifiques** de chaque moyen de contrôle en particulier. Ces derniers sont généralement rédigés par le TIER1 et supervisés par le constructeur automobile.



PLIEGO DE CONDICIONES
PARA MEDIOS DE CONTROL
EN PIEZAS DE COMPRA


F. Torres
Sala de Medición
Paseo Colón

PRODUCT SPECIFICATIONS



32 - 00 - 059 / ...

VERIFICATION DEVICES
FOR BODY EQUIPMENT PARTS



CAHIER DES CHARGES
DES MOYENS DE CONTROL
DES PIECES EMBOUTISSAGE

PSA PEUGEOT CITROËN
DNE CCE/1118
Date: 1999.11.11 Page: 1/9

Objet de la modification:

VERIFICATEUR					
Service:	NO:	Service:	NO:	Service:	NO:
REVISION:	SECRETARIAT	REVISION:	REVISION:	REVISION:	REVISION:
Date:	Date:	Date:	Date:	Date:	Date:

EMETTEUR		APPROBATEUR	
Service:	NO:	Service:	NO:
REVISION:	GALLIOTTI	REVISION:	STROB
Date:	Date:	Date:	Date:

FITIAI MEZZI DI CONTROLLO 4.00.00

INDICE REPIEGATIVO PER CATEGORIA: PAGINA 1/1

GRUPPO E NUMERO DA 4.00.01 A 4.00.50 31/03/97 9/AS

ARGOMENTO	A	D	NOTE
01 Processo generale	1	1	31-10-97
02 Guida all'interpretazione della metodologie	1	1	31-10-97
04 Criteri generali per la progettazione	3	1	31-10-97
FIGURA IN RESINA CON INCASTELLATURA IN MONOBLOCCO FUSIONE ALLUMINIO.			
05 01 Prescrizione per la progettazione e costruzione	4	1	31-10-97
02 Assegnamenti sui base	6	1	31-10-97
FIGURA ED INCASTELLATURA IN MONOBLOCCO FUSIONE LEGA D'ALLUMINIO			
15 Prescrizione per la progettazione e costruzione	1	1	31-10-97
FIGURA IN RESINA O IN LEGA D'ALLUMINIO DIRETTAMENTE FISSATA SU PIASTRA DI BASE			
20 Prescrizione per la progettazione e costruzione	1	1	31-10-97
INDICAZIONI/PRESCRIZIONI COMUNI PER PROGETTAZIONE, COSTRUZIONE E VERIFICA			
00 Guida al controllo del progetto	1	1	31-10-97
21 Prescrizioni per la costruzione fuori figura tassati per controllo profilo costanti	3	1	31-10-97
22 Piani di riferimento / controllo superior in accoppiamento	7	1	31-10-97
23 Riferimenti - Posizionamenti	8	1	31-10-97
25 Modelli in resina	1	1	31-10-97
26 Punti SPC e punti di controllo comuni	2	1	31-10-97
27 Controlli fissi	2	1	31-10-97
28 Controlli a dima rotante tipo "A"	2	1	31-10-97
29 Controlli a dima rotante tipo "B/C"	4	1	31-10-97
30 Controlli a dima tipo "D"	2	1	31-10-97
31 Piani di posizionamento per dima	1	1	31-10-97
32 Controlli a lampone PNP	3	1	31-10-97
34 Sarghette vere	2	1	31-10-97
35 Colorazioni	3	1	31-10-97
40 Guida alla compilazione e diffusione della check list	2	1	31-10-97
50 INDICAZIONI SPECIFICHE M.C. ELEMENT BUY	1	1	31-10-97

Si le client final exige l'utilisation de **méthodes de contrôle** en particulier, celles-ci devront être prises en compte pour définir la conception du **moyen de contrôle**. Dans le cas d'une méthode exigeant des contrôles très fréquents, il sera nécessaire de créer un système à l'utilisation simple et rapide, afin que les coûts liés au contrôle ne grimpent pas en flèche.

Le cahier des charges spécifique indiquera quel système de contrôle sera nécessaire pour la vérification d'une pièce donnée, d'après les indications fournies par le client final : s'il s'agit d'un contrôle en production, en laboratoire de métrologie, etc.

Dans quelques cas, le client final peut également nous fournir une liste de points critiques qu'il souhaite contrôler et que nous devons également prendre en compte.



Moyen de contrôle 3D pour tableau de bord



Moyens de contrôle pour joncs de plastique



Moyen de contrôle 3D pour cadre de porte



Meisterbock pour carrosserie extérieure



Piges Passe/Passé Pas

4.2 – REFERENCEMENT DU MOYEN DE CONTROLE

Pour pouvoir vérifier périodiquement le moyen de contrôle, il est important de disposer de références nous permettant de positionner l'outillage grâce à un système de coordonnées. L'alignement peut être géométrique ou par 3 centres.

L'alignement peut être fait par:

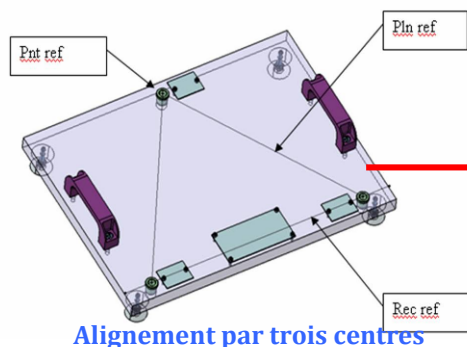
- Des plans usinés sur la plaque de base
- Des éléments de référencement de la pièce (isostatismes)
- Des pinnules ou des sphères fixées dans la plaque de base
- Des canons d'acier rectifiés et fixés dans la plaque

Le système de référencement géométrique est plus précis, et probablement le plus recommandable d'un point de vue purement métrologique, mais il est également plus complexe et onéreux.

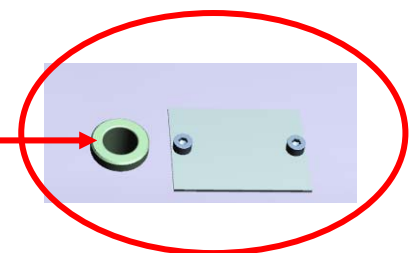
Le système le plus utilisé habituellement est celui de trois canons rectifiés, car il permet d'obtenir une précision très proche de la théorique avec des coûts plus raisonnables.



Plans usinés



Alignement par trois centres



Canon de référencement. Permet également d'adapter une pinule



Pinules

Indépendamment du système de référencement, le moyen de contrôle peut être conçu pour être utilisé dans différentes positions, afin de faciliter son utilisation. En conséquence, cette section du cahier des charges devra déterminer si l'utilisation d'équerres ou de structures inclinées sera nécessaire.



4.3 – MODES D'ALIGNEMENT DE LA PIÈCE

Habituellement, l'alignement est fait en utilisant les isostatismes de la pièce indiqués dans le plan 2D.

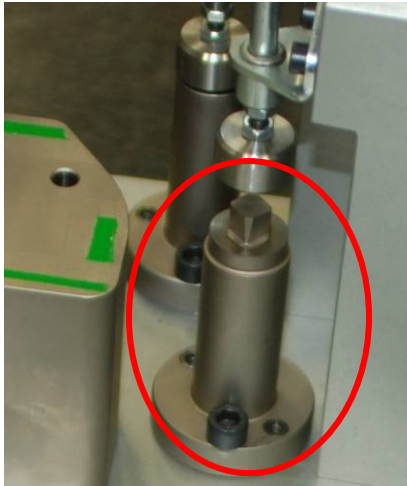
Nous devons identifier clairement où se trouvent les isostatismes ou RPS et comment ils doivent être représentés. Les fixations peuvent être une reproduction fidèle du montage réel et de son environnement, ou simplement représenter les isostatismes théoriques.

Le coût de chaque système peut être très différent, tout comme les résultats qu'ils fournissent pour les mesures, et c'est pour cela qu'il est important de les définir dès le départ.

Le système d'alignement de la pièce ne doit pas permettre que la pièce soit fixée en différentes positions ; nous devons donc prévoir des éléments coniques ou rétractables pour absorber les tolérances des éléments utilisés pour centrer la pièce, ce qui nous permettra d'assurer la répétabilité des mesures et de bons résultats pour les études R&R.

Dans de nombreux cas, le [moyen de contrôle](#) sera utilisé aussi bien pour réaliser des contrôles en production que dans un laboratoire de métrologie. Si les moyens de contrôle devront être placés sur une machine tridimensionnelle nous devons le spécifier, afin que les systèmes d'alignement soient conçus pour pouvoir permettre l'accès au palpeur de la tridimensionnelle.

Dans certains cas, un contrôle préalable de l'élément permettant de réaliser l'alignement de la pièce peut être demandé ; par exemple, dans le cas d'un alignement par un trou, un contrôle préalable de ce trou para pìge Passe/Passe Pas pourra être exigé. Cependant, l'alignement de la pièce devra toujours être fait sur des surfaces considérées comme fiables, c'est-à-dire non sujettes à des déformations durant le processus de production de la pièce.

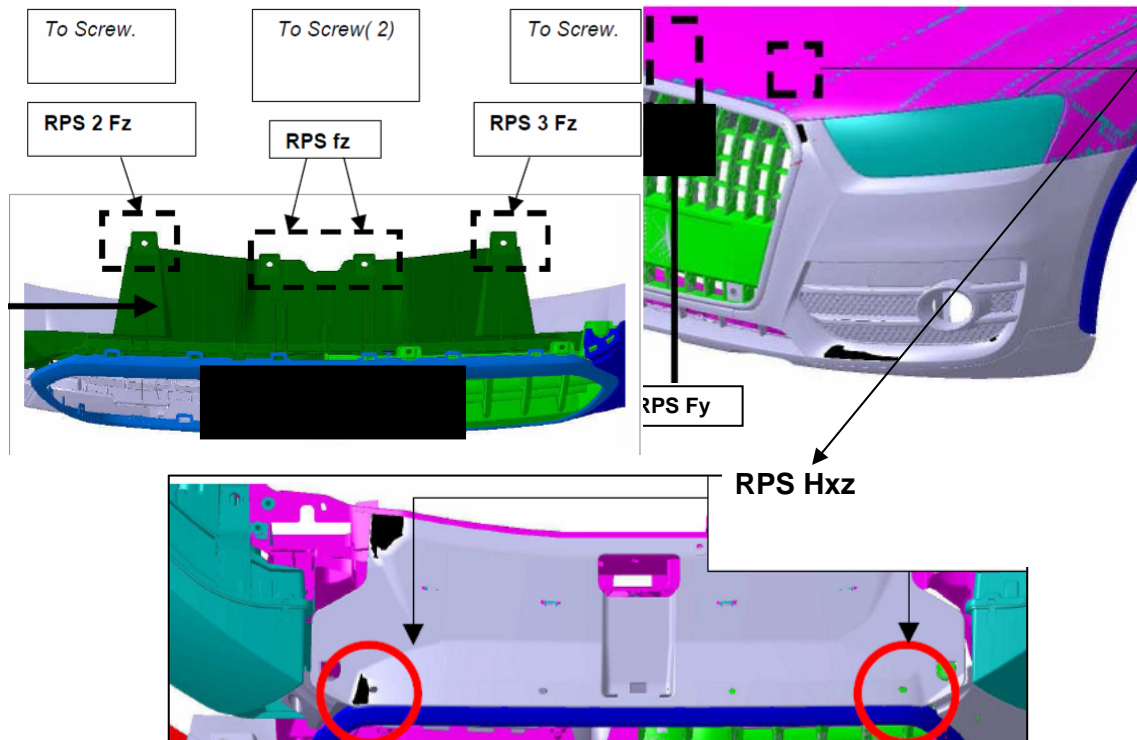


Centreur losange, permettant de centrer la pièce dans une direction



Centreur conique, permettant de centrer la pièce par l'un de ses trous ; la forme du centreur permet d'absorber la tolérance de fabrication du trou, et d'assurer ainsi un centrage optimum.

Dans des cas comme celui présenté ci-dessous, ou nous devons représenter la fixation vissée au véhicule, nous ferons la représentation des fixations au moyen de broches ou de clips ouvrants.



4.4 – MODES DE FIXATION DE LA PIECE

Une fois que la pièce est alignée, nous devons la fixer sur la pièce pour qu'elle ne se déplace pas. Il est très important que ces systèmes immobilisent la pièce à mesurer mais sans appliquer une force la déformant.

Pour cette fixation, nous utiliserons des sauterelles manuelles, des brides manuelles ou pneumatiques, des vis simulant la fixation sur le véhicule, des aimants, des simulations de clips, des blocs fixes représentant l'environnement, ... chaque pièce devra être étudiée en fonction de ses matériaux, de son environnement et des zones de contrôle que nous devons vérifier. Suivant les cas, les systèmes de fixation et les appuis de la pièce pourront/devront être rétractables, afin de faciliter le montage de la pièce, ou son contrôle.

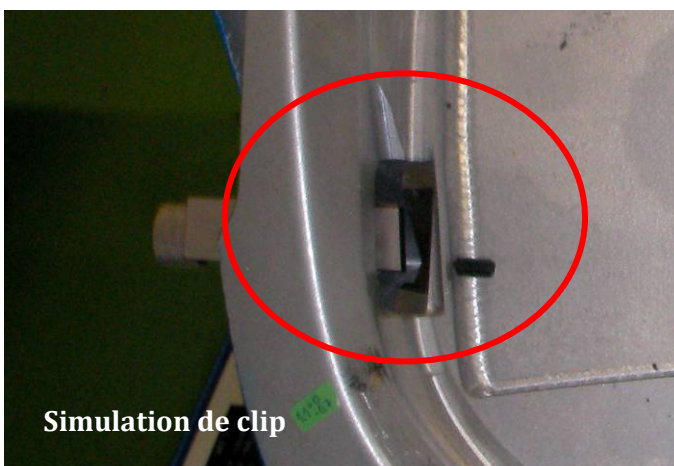
Dans certains cas, le client demande que la fixation de la pièce soit faite par des brides de fixation normales, soit avec un point de rotation aligné avec le plan de la pièce. Ce type de bride permet d'assurer que la pièce ne se déplacera pas lorsque la bride sera actionnée ; ce type de bride peut être utilisé sans problèmes, mais étant donné qu'il s'agit d'un système spécial il est très important de le spécifier dans le cahier des charges.



Bride manuelle



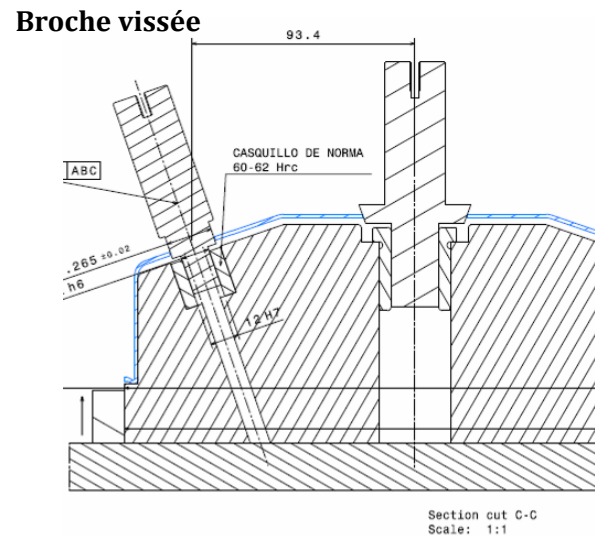
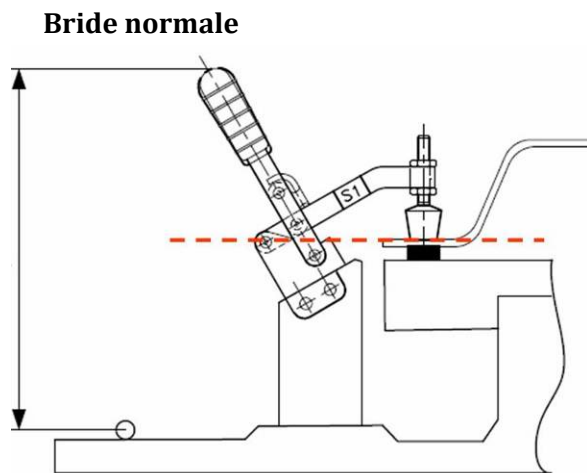
Sauterelle Destaco et bloc de simulation de forme



Simulation de clip



Aimant facilitant le montage de pièces métalliques



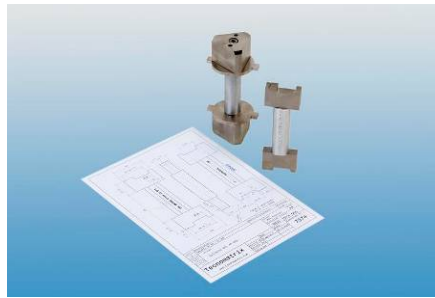
4.5 – SYSTEMES ET TYPES DE CONTROLE DES COTES A VERIFIER

Il est important de réaliser une analyse [AMDEC](#) (Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité) pour détecter tous les problèmes éventuels que nous aurons lors de la fabrication et du montage de la pièce ou de l'ensemble de pièces que nous souhaitons contrôler. De cette manière, nous pourrons, d'une part, détecter tous les points critiques et étudier la meilleure manière de les contrôler, et d'autre part prévoir les problèmes de montage de l'ensemble de pièces sur le véhicule. Pour réaliser cette [AMDEC](#), nous pouvons nous baser, si nous l'avons, sur l'analyse [Moldflow](#) (pièces de plastique), ou sur la [FEA stamping simulation analysis](#) (pièces de métal).

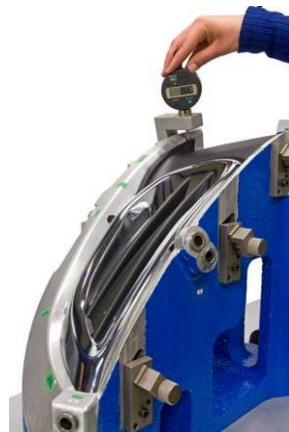
Un excès de points de contrôle compliquera l'étude et générera des coûts plus importants pour la fabrication du [moyen de contrôle](#). Un moyen de contrôle sans points à vérifier, et dont la seule fonction est de positionner la pièce s'appellera "Positionneur"; il est habituellement utilisé pour aligner les pièces rapidement et les mesurer par tridimensionnelle (CMM). Ce système est particulièrement utile pour les pièces ayant une grande déformation plastique et devant être conformées avant d'être mesurées.

Le cahier des charges générique définira également les différents types de systèmes de contrôle que le client final juge nécessaires pour un contrôle complet de la pièce, ainsi que leurs caractéristiques respectives ; en général, il s'agira de :

- [pige Passe/Passe Pas](#): broche composée d'un manche et de deux éléments de mesure, une mesure correspondant à la valeur maximum de la cote à contrôler (Passe Pas), et l'autre à la valeur minimum de la cote à contrôler (Passe). Les piges Passe/Passe Pas font partie de la catégorie de contrôles par attributs, et s'utilisent pour la vérification de diamètres, de formes spéciales ainsi que de zones de jeu et affleurement.



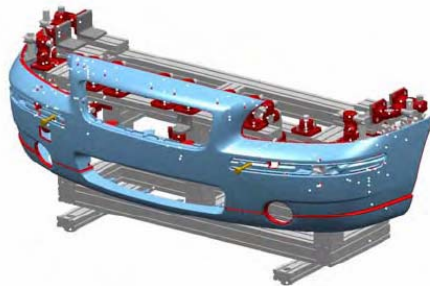
- **gabarit de contrôle**: ensemble mécanique pour la vérification dimensionnelle de pièces fabriquées en série. Il permet de réaliser les mêmes contrôles de façon répétée sur des ensembles de pièces ayant été alignés exactement de la même manière, indépendamment de la personne effectuant cette mesure. Il est très utilisé par les fabricants de pièces et de composants de secteurs industriels tels que l'automobile, l'électroménager, le secteur ferroviaire, l'aéronautique, le secteur pharmaceutique, etc. Egalement appelé moyen, support ou maquette de contrôle, il est conçu pour la vérification d'une pièce déterminée.



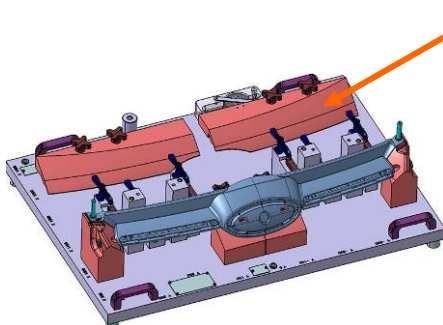
- **cubing**: ensemble mécanique simulant les conditions de montabilité de la pièce dans son environnement véhicule. Il dispose d'une simulation de tout le système de fixations de la pièce, ainsi que de blocs simulant les pièces entourant la pièce contrôlée.



- **moyen de contrôle 3D** (appelé également positionneur): élément de fixation permettant de positionner une pièce, en l'alignant par ses isostatismes, sur une machine tridimensionnelle (CMM). A la différence d'un gabarit de contrôle, qui fixe également la pièce de cette manière, il ne dispose d'aucun type de contrôle nous fournissant des informations sur la pièce, et il est conçu pour que le palpeur de la tridimensionnelle puisse facilement avoir accès à toutes les zones devant être mesurées.



- **hybride moyen de contrôle 3D/gabarit de contrôle**: il s'agira d'un moyen de contrôle adapté à la réalisation de mesures par machine tridimensionnelle. Le moyen de contrôle disposera de zones mobiles ou démontables qui permettront l'accès au palpeur de la tridimensionnelle. Ce type de système de contrôle s'utilise en particulier dans les entreprises devant effectuer des contrôles en production (conformité des pièces) et en métrologie (mesure des pièces pour la réalisation d'études SPC), mais qui ne souhaitent pas disposer de deux moyens de contrôle séparés.



Le moyen de contrôle positionne la pièce pour des mesures par CMM

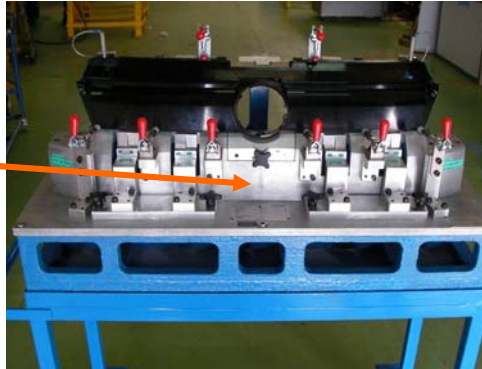


Une fois que les blocs démontables sont adaptés sur la partie supérieure, le moyen de contrôle permet de contrôler la pièce: il s'agit alors d'un gabarit de contrôle

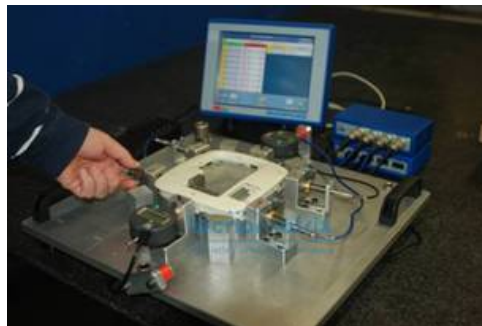
- **hybride moyen de contrôle/cubing**: il s'agira d'un système de contrôle permettant de vérifier les zones critiques de la pièce (gabarit de contrôle), pour l'amélioration du processus de production, ainsi que de simuler les conditions réelles de montage de la pièce (cubing) afin de prévenir d'éventuels problèmes de montabilité sur l'ensemble final. Pour cela, les

blocs simulant l'environnement de la pièce contrôlée seront mobiles, permettant ainsi de passer d'un moyen de contrôle à un cubing.

Bloc de simulation
démontable



- **moyen de contrôle automatisé** : système mécano-pneumatique permettant de vérifier les caractéristiques dimensionnelles d'une pièce, comme un gabarit de contrôle conventionnel, mais disposant de sondes et de détecteurs de mesures ou d'attributs. Il permet d'enregistrer les données captées sur un ordinateur, afin d'être ensuite traitées. Cela implique une économie importante sur les coûts liés à la prise de données, ainsi qu'une augmentation de la fiabilité des données obtenues grâce à l'élimination des erreurs liés à une mauvaise transcription des données ou à d'autres facteurs humains.



Les points ou les caractéristiques que nous contrôlerons pourront être vérifiés de deux manières :

- Par attributs, tels que les piges Passe/Passe Pas (nous saurons seulement si la pièce est Bonne ou Mauvaise)
- Par variables, tels que les comparateurs, dynamomètres, clés dynamométriques, ou sondes de mesure (nous obtenons une valeur déterminée chaque fois que nous mesurons)

Les contrôles par variables sont particulièrement indiqués pour réaliser des études de capacité directement sur le moyen de contrôle et pouvoir effectuer un suivi de la production de la pièce. Les résultats nous permettront de faire un suivi préventif et d'être proactifs en cas de problèmes de non conformité par la prise de décisions.

L'expérience de chaque client avec les différents systèmes de contrôle est essentielle pour déterminer quel type de contrôle lui conviendra. Les préférences du personnel qualifié pour ce type de tâches sont très variées et doivent être prises en compte pour que le système soit commode d'utilisation pour eux. Un système qui n'est pas pratique pour les personnes en charge des contrôles cessera rapidement d'être utilisé. De plus, dans le cas de contrôles par variables, la caractéristique la plus importante du moyen de contrôle devra également être définie : sa rapidité, sa capacité à traiter des données de mesure, ou sa simplicité. Une fois ses caractéristiques définies, l'instrument de mesure variable le plus adéquat pourra être choisi pour le moyen de contrôle à produire.

En fonction de la caractéristique physique (distance, pression, couple), nous utiliserons un système ou un autre (règle linéaire, clé dynamométrique, etc.)



Règle numérique



Pige P/Passé Pas



Comparateur



Sonde à activation pneumatique

4.6 – MATÉRIELS DE CONSTRUCTION

En général, nous utiliserons des aluminiums ou des aciers choisis en fonction du matériel de la pièce à contrôler et la fréquence de contrôle. Dans quelques cas concrets, l'utilisation de résine chargée aluminium ou d'autres types de plastiques techniques pourra être requise, même si son utilisation est de plus en plus rare car il s'agit d'un matériau relativement fragile pour une utilisation en production.

Pour protéger les pièces des agressions extérieures ou de l'usure par frottements, il est recommandable d'utiliser des traitements thermiques et de surface. Dans le cas de pièces en aluminium, nous pourrions appliquer une anodisation dure, et dans le cas de pièces en acier, nous appliquerons du nickel chimique.

Bien que le fait de tremper les pièces comporte un coût supplémentaire, nous recommandons de soumettre systématiquement les moyens de contrôle à des

traitements thermiques. Ces derniers permettent d'assurer une plus grande dureté du moyen de contrôle, ce qui lui garantira une vie utile plus longue, une meilleure répétabilité, et donc une rentabilisation rapide de l'investissement.

Il est important que les éléments les plus utilisés tels que les RPS ou les appuis soient fabriqués en acier trempé, afin d'assurer qu'ils ne s'useront pas durant toute la vie utile du moyen de contrôle.

4.7 – TOLERANCES DE CONSTRUCTION

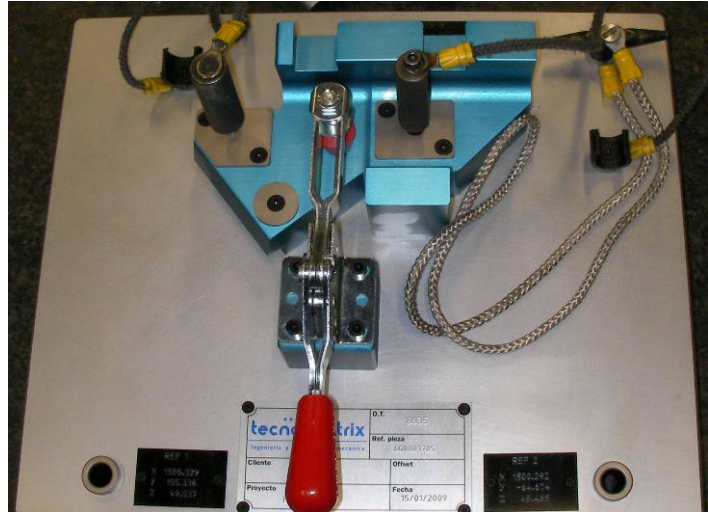
Des tolérances de construction seront spécifiées dans le cahier des charges général, et seront répétées, ou ajustées dans le cahier des charges spécifique, suivant les caractéristiques de la pièce. Nous définirons les tolérances de construction des points de référence (RPS), des points de contrôle par attributs, et des points de contrôle par variables. Suivant les cas, le cahier des charges pourra spécifier que la tolérance de référencement et de contrôle pourra représenter X% des tolérances de production de la pièce (en général, 10%), ou nous pourrions faire une liste des cotes à contrôler ainsi que leurs tolérances de contrôle respectives.

Il est essentiel de bien choisir le matériel à utiliser pour la production d'un moyen de contrôle. Le matériel sera choisi en fonction du type de pièce à contrôler (plastique/métal) et de la dureté des matériaux, ainsi qu'en fonction de la fréquence de contrôle à réaliser. Un mauvais choix de matériel peut finir par donner le résultat que nous voyons sur la photo de gauche : dans ce cas, le moyen de contrôle a été produit en résine pour le contrôle d'une pièce de métal. La résine a fini par s'user, les angles se sont arrondis, et les zones de jeux et affleurements ont été perdues.

La seule option disponible pour régler ce problème était de produire un nouveau moyen de contrôle avec les matériaux adéquats, comme nous ne pouvons le voir sur la photo de droite : le matériel correct était l'aluminium avec une anodisation dure, ainsi que des éléments en acier trempé.



Dans ce cas, le choix du matériel est incorrect: le client a opté pour un moyen de contrôle en résine pour la vérification d'une pièce de métal. Tecnomatrix a produit un nouveau moyen de contrôle pour cette pièce.



Le nouveau moyen de contrôle produit par Tecnomatrix dispose de RPS en acier, et d'un bloc de contrôle en aluminium anodisé, assurant ainsi une plus grande dureté du moyen, et donc une vie utile plus longue.

4.8 - IDENTIFICATION GENERALE DU MOYEN DE CONTROLE ET DE SES ELEMENTS

L'identification du moyen de contrôle et de ses éléments est faite au moyen de plaquettes d'identification, d'éléments gravés, de codes couleurs et/ou d'étiquettes.

Les codes couleurs peuvent varier suivant des facteurs tels que :

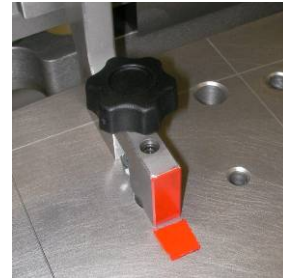
- L'identité du client final, qui définira le RAL pour ses projets dans le cahier des charges général (Ex: jaune pour PSA, rouge pour SEAT, etc.). En général, les côtés de la plaque de base sont peints pour l'identification.
- la référence du projet
- le nombre de contrôles à réaliser : dans le cas de nombreux contrôles à effectuer sur le moyen, et en particulier pour les piges Passe/Passe Pas, la zone de contrôle et la pige correspondante seront identifiées par un code couleur. Dans ce cas, l'identification permettra de simplifier l'identification des différents éléments du moyen de contrôle. Cette option sera également utilisée dans le cas d'un moyen de contrôle disposant de beaucoup d'éléments démontables.
- Le côté Passe et le côté Passe Pas des piges Passe/Passe Pas : les couleurs utilisées internationalement dans ce cas-ci sont le vert pour le côté Passe, et le rouge pour le côté Passe Pas.

Suivant les demandes spécifiées, suivant les cas, dans le cahier des charges général ou spécifique du client, ces codes couleurs pourront être complétés par des **étiquettes** identifiant les éléments clés du moyen de contrôle, tels que : les RPS, les blocs démontables, etc.

Enfin, les éléments mobiles du moyen de contrôle seront **gravés**, afin de faciliter l'identification de leurs caractéristiques. Par exemple, dans le cas de piges Passe/Passe Pas, nous graverons le diamètre du côté Passe, et du côté Passe Pas.



Exemple de broche peinte et gravée, avec identification des côtés Passe (P) et Passe Pas (NP), de leurs diamètres respectifs, ainsi que du code du contrôle (identification choisie par le client)



Identification par peinture d'un élément démontable et de son emplacement sur la plaque de base



Identification des côtés de la plaque de base par peinture




Etiquettes identifiant les RPS du moyen de contrôle (premier plan) ainsi qu'un bloc démontable (second plan)

Les plaquettes d'identification permettent de vérifier facilement à quel projet chaque moyen de contrôle correspond.

En général, ils indiquent :

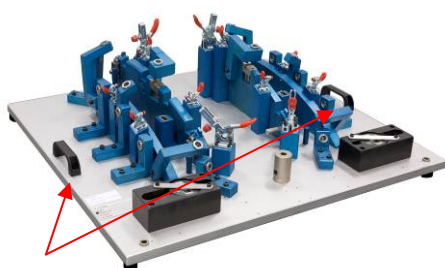
- Le nom du client direct du fournisseur du moyen de contrôle
- Le nom du client final
- La référence du projet
- Le nom de la pièce, s'il s'agit d'une pièce unique, ou d'une pièce droite/gauche.
- La date de fin de fabrication du moyen de contrôle.

 Ingeniería y construcción mecánica		O.T.	Ref. projet Tecnomatrix
		Ref. pieza	Ref. pièce Client
Cliente	Client	Offset	
Proyecto	Ref. projet et/ou nom du client final	Fecha Date	

4.9 – MANUTENTION DES MOYENS DE CONTRÔLE

En fonction de la taille et du poids du moyen de contrôle, il sera également important de prendre en compte les éléments permettant une manutention du moyen de contrôle à la fois simple et sans danger pour ses utilisateurs. Le cahier des charges devra spécifier les éléments nécessaires à la manutention. Il peut s'agir de :

- poignées : en général, le but des poignées est que l'opérateur de contrôle puisse déplacer lui-même le moyen de contrôle. Elles sont donc plus adaptées pour des moyens de contrôle relativement petits (d'un poids inférieur à 50kg). Les poignées sont habituellement placées à chaque extrémité du moyen de contrôle.
- anneaux de levage : les anneaux permettent que la manutention du moyen de contrôle soit mécanique (élevateurs, etc.) Ils seront donc utilisés pour des moyens de contrôle dont le poids et/ou la taille ne permettent pas que la manutention soit faite par des opérateurs. Ils pourront également être demandés si le contrôle est toujours réalisé par un opérateur seul, afin d'éviter tout risque de chutes lors de la manutention. Le cahier des charges devra spécifier la distance de positionnement des anneaux, ainsi que tout élément que le fabricant de moyens de contrôle devra prendre en compte pour les placer.
- ouvertures pour l'utilisation d'un diable : cette option est recommandée pour la manutention de moyens de contrôles avec une base en fonte. Dans ce cas, le cahier des charges devra spécifier la distance entre chaque bavette du diable, afin de prévoir l'espace correspondant suffisant dans la base en fonte.



Gabarit de contrôle muni de poignées



Gabarit de contrôle muni d'anneaux de levage

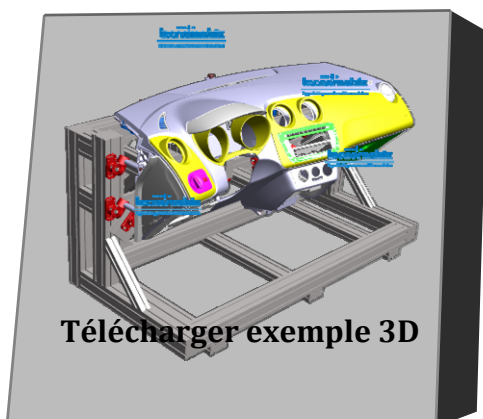


Base en fonte adaptée à la manutention par diable

4.10 – INFORMATION NECESSAIRE POUR VALIDER L'ETUDE AVANT LA FABRICATION

Chaque fabricant de [moyens de contrôle](#) a son propre processus de production. Chez Tecnomatrix, nous savons que la meilleure manière de nous assurer que le [moyen de contrôle](#) que nous allons fabriquer est conforme avec les exigences de nos clients est de leur envoyer le plan 2D et l'étude 3D du [moyen de contrôle](#) avant le début de la fabrication. Et aussi urgent que soit un projet, nous ne commençons jamais la fabrication d'un [moyen de contrôle](#) sans en avoir reçu la validation par écrit de nos clients. Les plans doivent permettre au client de déterminer si tous les éléments demandés dans le cahier des charges sont pris en compte dans l'étude, que ce soit au niveau des fixations ou au niveau des contrôles.

Voici un exemple :



Il est très important que votre fabricant de [moyens de contrôle](#) dispose d'un système permettant d'avoir une traçabilité du projet, car dans de nombreux cas les projets subiront des modifications :

- Des plans pièce, ce qui affectera le concept du moyen de contrôle;
- De l'équipe gérant le projet pour l'entreprise cliente, car des personnes pourront être ajoutées ou enlevées de l'équipe.

- Des demandes de contrôle du client final.

etc.

Dans ces conditions, il peut y avoir très facilement une erreur humaine sans un bon système de gestion. C'est pour cela que Tecnomatrix a développé son propre portail de gestion de projets, nommé [TecnoNet](#), permettant d'obtenir une transparence, une traçabilité et un bon contrôle des projets ; nous utilisons ce portail pour la communication avec nos clients, pour l'échange de toute la documentation en relation avec le projet – qu'il s'agisse des plans pièces ou des études des moyens de contrôle – ainsi que pour sa planification. De cette manière, aussi bien nos clients que nous-mêmes disposons d'une information classée par ordre chronologique, et indiquant les actions de chaque participant au projet. Avantage important de ce portail : chaque fois qu'un participant à un projet ajoute ou modifie un élément, tous les autres participants reçoivent un avis automatique par email, assurant ainsi une transmission constante de l'information en évitant les malentendus ou la perte d'information.

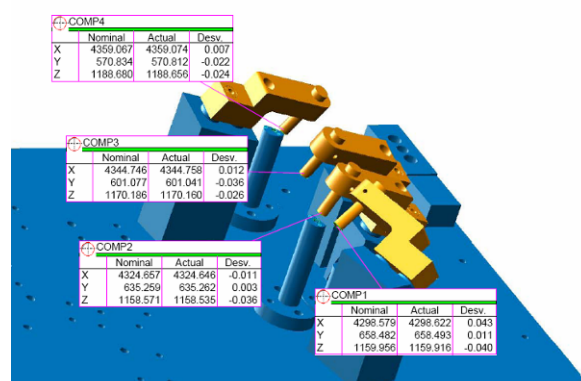
4.11 – BILAN DIMENSIONNEL ET R&R

Le bilan dimensionnel est le document créé suite à la mesure du moyen de contrôle afin de vérifier que tous ses éléments de contrôle et RPS ont été fabriqués suivant les tolérances requises par le client. Il est livré avec le moyen de contrôle, et liste tous les points mesurés ainsi que les déviations détectées entre l'étude du moyen de contrôle et le moyen de contrôle réel. Un moyen de contrôle ne sera considéré comme conforme et opérationnel que dans le cas où tous ses éléments sont dans les tolérances demandées par le client.

La section consacrée aux **bilans dimensionnels** devra détailler :

- Les éléments devant apparaître sur le bilan dimensionnel : éléments d'alignement de la pièce, surfaces des éléments de contrôle du moyen ...
- La référence pour la mesure d'un moyen de contrôle : selon la géométrie de la pièce ou selon la géométrie du moyen de contrôle.
- Le type d'alignement : par trois centres, ou géométrique.

Télécharger un exemple de bilan dimensionnel



Suivant les demandes du client final, une **étude de capacité** et une **étude R&R** pourront être réalisées. Ces études seront faites ou bien par le TIER1, ou bien par son fournisseur de moyens de contrôle. Le cahier des charges devra définir qui se chargera de la réalisation de ces études, ainsi que :

- La méthode de mesure : l'étude R&R peut être réalisée en utilisant les éléments de contrôle variables du moyen de contrôle (comparateur, clé dynamométrique, etc.), ou en mesurant une série identique de points par machine tridimensionnelle. Cette dernière option, plus longue, sera utilisée en particulier si le moyen de contrôle ne dispose pas d'éléments de contrôle par variables.
- La norme appliquée pour la réalisation de l'étude (par exemple, la norme [CNOMO](#) pour les projets de Renault ou PSA) ou la [MSA 3th edition](#)
- Le nombre de pièces à mesurer
- Le nombre de fois que chaque pièce doit être mesurée
- Le nombre d'opérateurs participant à l'étude

Ex : L'étude R&R sera réalisée par comparateur, sur 10 pièces montées 3 fois par 3 opérateurs différents.

4.12 – MODE D'EMPLOI

Le mode d'emploi est facultatif ; le cahier des charges spécifique devra donc indiquer s'il doit être fait, ou pas, pour chaque moyen de contrôle.

La fonction principale du mode d'emploi est de fournir des explications sur le fonctionnement du moyen de contrôle, ainsi que des recommandations pour son entretien.

Le mode d'emploi doit être, avant tout, simple et rapide à lire et à comprendre. Il doit être adéquat aussi bien pour une utilisation par un opérateur sur une chaîne de production (qui disposera de peu de temps pour contrôler ses pièces) que par un technicien de laboratoire dédié à cette fonction (qui pourra dédier beaucoup plus de temps à cette tâche).

Bien que plusieurs configurations soient possibles, nous recommandons que le mode d'emploi inclue au minimum :

- Une vue générale du moyen de contrôle, avec une description de la fonction de chacun de ses éléments.
- Des recommandations pour garantir une plus grande vie utile au moyen de contrôle (nettoyage, stockage, utilisation sur chaînes de production, etc.)
- Une section illustrée expliquant comment monter et fixer la pièce sur le moyen de contrôle.
- La liste de chaque élément de contrôle ainsi que leur fonctionnement, avec des illustrations et une description simple et claire



Télécharger un
exemple de mode
d'emploi

4.13 – EMBALLAGE ET STOCKAGE DES MOYENS DE CONTROLE

Le moyen de contrôle est un équipement de précision, et il doit être traité avec respect et soin.

Pour son envoi, nous recommandons que le moyen de contrôle soit emballé dans une caisse de bois faite sur mesure, et que les éléments mobiles (piges Passe/Passé Pas, blocs démontables) soient attachés à la plaque de base et emballés dans un matériel protecteur.

Voici d'autres manières de conditionner le moyen de contrôle pour son envoi : dans une caisse de plastique ou un palet (non recommandé car risque de coups).

Lorsque le moyen de contrôle n'est pas utilisé, nous recommandons de le ranger dans sa caisse, afin d'éviter des risques de coups, de chutes d'éléments, et de maintenir le moyen propre et prêt à servir.



4.14 - ENTRETIEN

Afin que le moyen de contrôle ait une plus grande vie utile ainsi qu'une bonne qualité et précision dans le temps, il est recommandable de réaliser des opérations de maintenance des moyens de contrôle ; un étalonnage, par exemple, est très important pour réajuster tous les éléments de fixation et de contrôle du moyen, et assurer ainsi qu'il continuera à contrôler les pièces avec le même degré de fiabilité.

Nettoyer régulièrement le moyen de contrôle permettra également d'assurer la précision et la bonne utilisation des plans d'appui et des éléments de contrôle. Il est également important de vérifier qu'aucun élément ne soit pas rouillé.

Maintenir vos moyens de contrôle propres et en bon état vous permettra d'assurer un contrôle plus fiable et plus rapide de vos pièces, et donnera une bonne image de vos méthodes de contrôle vis-à-vis de votre clientèle.

BIBLIOGRAPHIE

- Documentation du bureau d'études de **Tecnomatrix**, www.tecnomatrix.com, mars 2010
- **Measure Control Blog**, www.measurecontrol.com, mars 2010
- **Wikipedia**, <http://en.wikipedia.org/>, mars 2010
<http://fr.wikipedia.org/>, mars 2010
- **6TL Engineering**, <http://www.6tl.es/index.asp>, mars 2010
- **Construx**, <http://www.construx.com/>, marzo 2010
- **CNOMO**, <http://www.cnomo.com/>, marzo 2010
- **Scribd**, <http://www.scribd.com/>, marzo 2010

Ce manuel a été créé par **Tecnomatrix** et ses auteurs **Xavier Conesa** et **Gladys Becerra**. Merci de bien vouloir distribuer cette e-book à toutes les personnes qui pourraient être intéressées, sans en modifier le contenu, et sans le copier ou le vendre.

1^o édition : mars 2010.

2^o édition : avril 2010.