

Développement d'une interface de traduction de la cotation de fabrication en système (ISO-GPS) Cas du fraisage

D. Moulai-khatir* ; S. Hamou* ; A. Benamar**

*Laboratoire d'Automatique, Département de Génie Mécanique, Faculté des sciences de l'ingénieur
Université Abou Bekr Belkaid B.P. 230, Tlemcen 13000, Algérie.

E-mail : moulai_khatir@yahoo.fr, hamou_s@yahoo.fr

** Laboratoire de recherche en technologie de fabrication mécanique (LaRTFM)

Ecole normale supérieure d'enseignement technique, BP. 1523 El-M'Naouer, Oran 31000, Algérie.

E-mail : Benamar_dz@yahoo.fr

Reçu le : 08/01/08

Accepté le : 12/10/09

Résumé- Cet article présente l'interface de passage du modèle géométrique fonctionnel défini suivant le formalisme GPS (Geometrical Product Specification) au modèle équivalent de la simulation de fabrication unidirectionnelle. Les géométries intermédiaires simulées de la pièce issues des différentes phases du processus de fabrication devraient être traduites en spécifications normalisées pour le passage d'un modèle à un autre. Dans ce contexte, un interfaçage afin d'utiliser les résultats de la simulation dans le domaine industriel a été développé. Cette interface des cotes de fabrication unidirectionnelles est spécifique pour le cas du fraisage. L'interfaçage a été conditionné par certaines hypothèses, qui ont été soldées par la naissance de contraintes supplémentaires. Ces surcontraintes sont le résultat d'un raisonnement logique de la mise en position des surfaces de référence par rapport à celles qui servent dans l'isostatisme. Nous développerons l'interface de traduction des résultats de la cotation de fabrication en système ISO (GPS). Nous présenterons également le logiciel mis au point dans le cas du fraisage, ainsi qu'un exemple de traitement.

Mots clés : interfaçage, spécification normalisées, Fraisage, Dispersions, GPS, FAO.

Abstract- This paper presents the interface passage of functional geometric model defined according to the formalism GPS (Geometrical Product Specification) equivalent to the model of the simulation manufacturing unidirectional. The simulated intermediate geometry of the part from the various phases of the manufacturing process should be translated into standard specifications for the transition from one model to another. In this context, an interface in order to use the results of the simulation in the industrial field has been developed. This interface dimensions manufacturing unidirectional is specific to the case of milling. The interface has been conditioned by certain assumptions, which were resulted in the birth of additional constraints. These additional constraints are the result of logical reasoning of the setting position of the reference surfaces compared to those who serve in the isostatism. We will develop the interface translation of the results of the listing manufacturing ISO system (GPS). We will also present the software developed in the case of milling, and an example of treatment.

Keywords: interfacing, standard specification, Milling, dispersions, GPS, FAO.

1. Introduction

Le langage GPS permet la gestion de la communication avec des partenaires lointains. Le bureau d'étude réalise le dessin de définition, qui est exprimé par des spécifications normalisées. Par ailleurs le processus de simulation d'usinage (usinage virtuel) demande la mise en place d'un modèle équivalent. Ce dernier une fois simulé, donne la cotation de fabrication qui n'est pas définie suivant le formalisme GPS (Geometrical Product Specification). Il va falloir, encore une fois traduire ces cotes fabriquées du dessin

de fabrication en spécifications normalisées. Ce qui nécessite un développement d'une interface de passage d'un modèle à un autre comme le montre la figure 1.

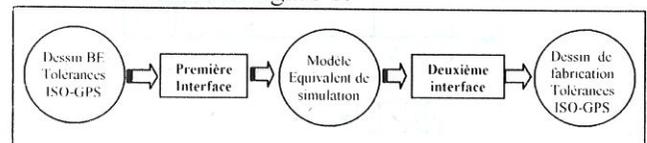


Figure 1. Problématique de passage du modèle ISO au modèle équivalent

Cette problématique peut être exprimée d'une façon plus précise par le processus de simulation illustré par la figure 2. Sous les



hypothèses de la négligence des défauts d'orientation entre les surfaces de références et des défauts de forme de ces surfaces. il est possible de se rapprocher des conditions unidirectionnelles. De même, on doit imposer des surcontraintes du passage des géométries intermédiaires au dessin de fabrication spécifié en ISO (GPS).

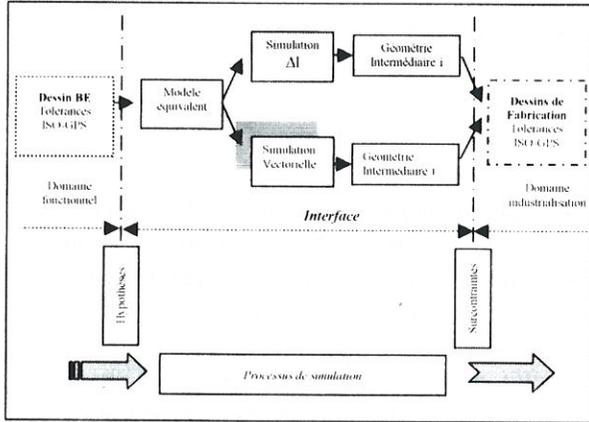


Figure 2. Processus de simulation

2. Hypothèses

Le dessin de définition de l'exemple d'application de la pièce de fraisage (figure 3a), peut être schématisé sans prendre en compte les hypothèses de négligences de défauts d'orientation entre les surfaces ainsi que les défauts de formes de ces surfaces.

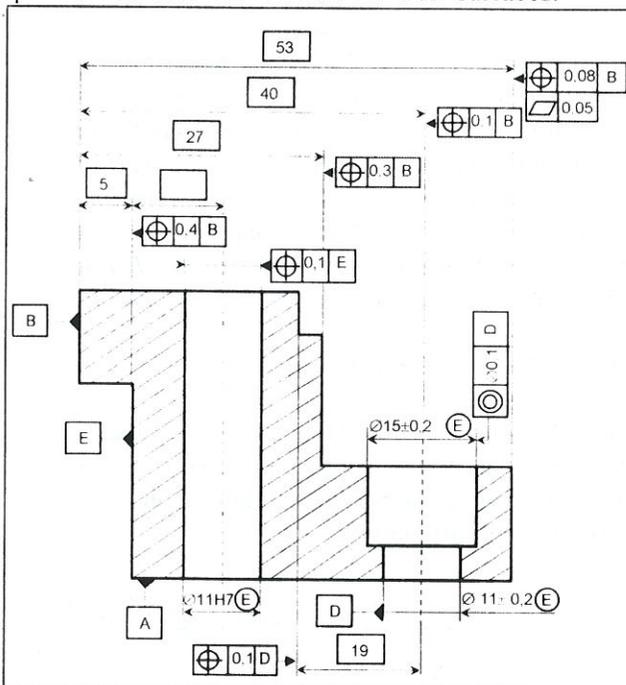


Figure 3a. Dessin de définition (une vue)
Le processus de fabrication en utilisant la méthode ΔI est illustré par la figure 3b.

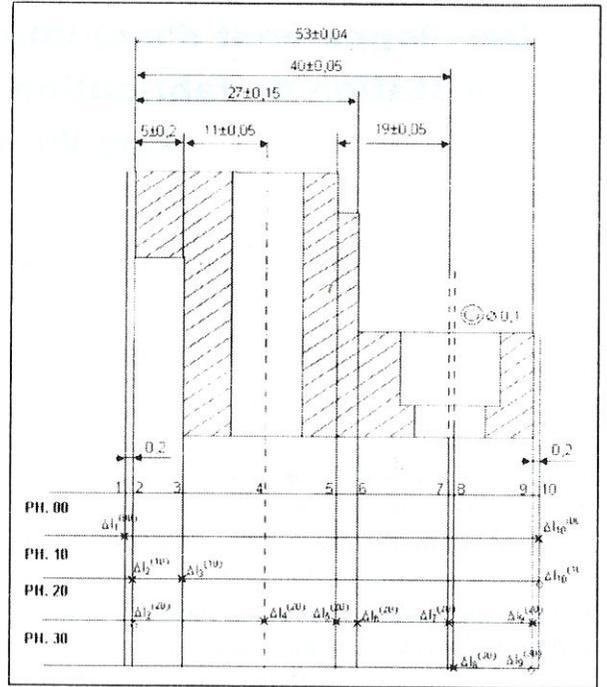


Figure 3b. Processus de fabrication (Méthode ΔI)

La spécification de la localisation ne suffit pas pour coter un dessin. Comme il n'y a aucune spécification d'orientation qui relie les surfaces de références entre elles, on obtient un dessin similaire au dessin d'un modèle réel illustré par la figure 4.

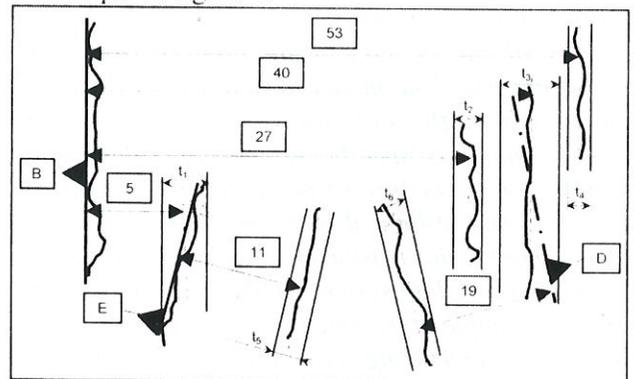


Figure 4. Dessin avec les défauts d'orientation et de forme

Le modèle unidirectionnel suppose que chaque surface, ligne ou point projeté orthogonalement sur la direction de simulation, est représenté par un point de substitution situé à l'extérieur de la matière [1] [2]. Ce dernier est supposé représenter la géométrie réelle des pièces. En conséquence, dans le cas où les défauts d'orientation et de forme sont importants, nous observons les situations illustrées par les cotés gauches des

figures 5 et 6. Pour obtenir les projections des surfaces sur la direction de simulation des points (points de substitution), il va falloir considérer les défauts d'orientation faibles comme le montre la figure 5.

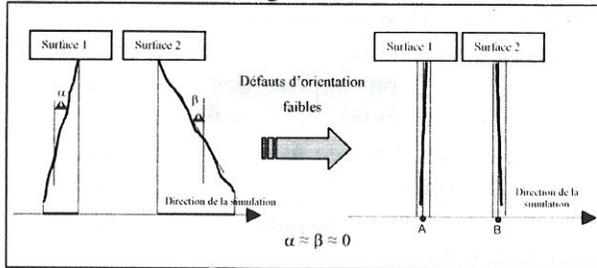


Figure 5. Hypothèse des défauts d'orientation faibles

Par ailleurs, dans le cas où les défauts de forme ne sont pas importants, la projection des surfaces 1 et 2 sur la direction de simulation donne des segments qui tendent vers les points de substitution (figure 6).

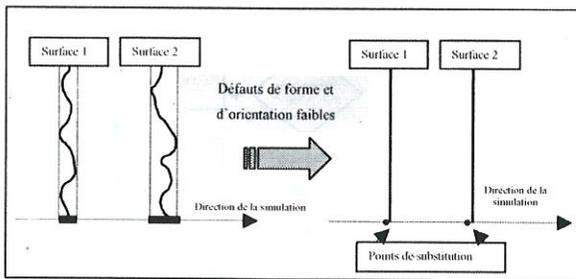


Figure 6. Hypothèse des défauts de forme et d'orientation faibles

Enfin, sous les hypothèses de défauts de forme et d'orientation faibles, l'interprétation de la figure 4 devient la figure 7.

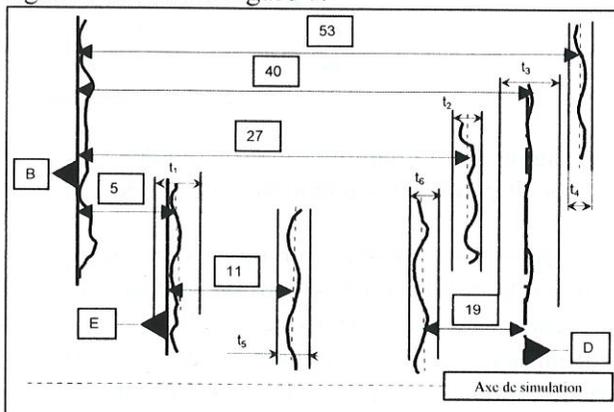


Figure 7. Dessin sans les défauts d'orientation et de forme

Sous l'hypothèse de la négligence des défauts d'orientation et de forme entre les surfaces de références, le passage du modèle fonctionnel au modèle équivalent de simulation est possible.

3. Passage du modèle de simulation au modèle ISO

A partir du modèle équivalent de simulation, on peut spécifier les géométries intermédiaires de fabrication en spécifications de localisation puis en spécification d'orientation et de forme [3].

3.1 Spécifications de localisation

Les cotes de fabrication issues de la simulation sont dépendantes des hypothèses posées précédemment. Du processus de fabrication, on a les surfaces de reprise qui représentent des surfaces de références sur les géométries intermédiaires. A partir de ces surfaces, on peut traduire les cotes de fabrication en spécifications de localisation comme le montre la figure 8.

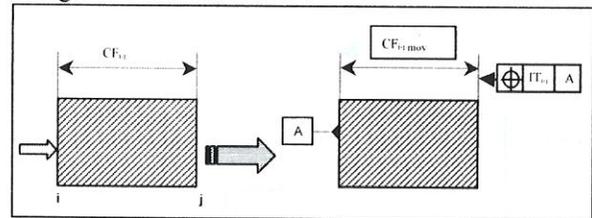


Figure 8. Traduction d'une cote de fabrication en une spécification normalisée

3.2 Spécifications d'orientation et de forme

En fonction du processus de fabrication, des contraintes supplémentaires sur les surfaces de références devront être ajoutées pour respecter les hypothèses précédentes. La technologie de la prise de pièce (intégrale ou ponctuelle) peut entraîner l'ajout d'une contrainte de forme. Tandis que les défauts d'orientation apparaissent principalement entre le groupe de surfaces servant à l'isostatisme et le groupe de surfaces usinées lorsqu'il y a reprise.

L'ajout de ces spécifications géométriques supplémentaires est défini en première approche par les règles de décision suivantes :

- Si toutes les surfaces de référence BE servent comme surfaces d'isostatisme alors :
 - Si les surfaces de références SRI sont réalisées dans la même phase alors il n'y a pas de contraintes

géométriques supplémentaires. Elles sont obtenues en « géométrie machine ».

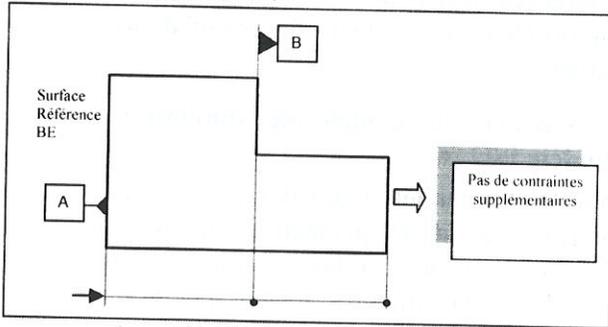


Figure 9. Fraisage (Cas 1) [4]

- Si non ; c'est à dire les surfaces SR_i sont réalisées en plusieurs phases **alors** :
 - Si l'isostatisme est intégral **alors** il y a ajout d'une contrainte d'orientation entre les surfaces de référence SR_i.

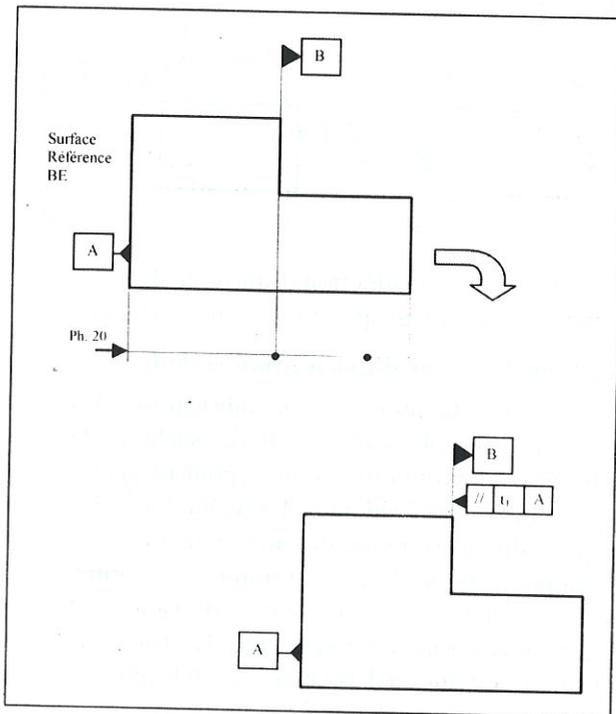


Figure 10. Fraisage (Cas 2) [4]

- Si l'isostatisme est constitué de ponctuelles **alors** il y a ajout d'une contrainte d'orientation entre les surfaces de référence et d'une contrainte de forme sur la

surface de référence BE servant comme surface de référence à l'isostatisme dans la phase.

- **Sinon**, c'est à dire ; il y a des surfaces de référence BE qui n'ont pas servi comme surfaces de référence à l'isostatisme **alors** dans ce cas, on impose des contraintes d'orientation entre ces surfaces et les surfaces de référence à l'isostatisme dans la phase où elles sont réalisées et ceci pour respecter les hypothèses décrites précédemment.

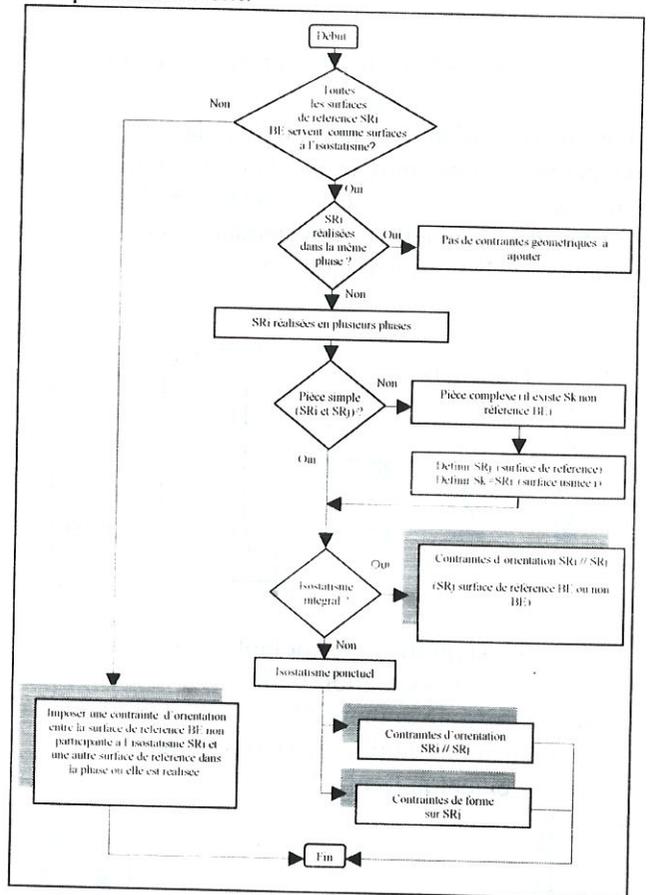


Figure 11. Organigramme d'ajout des spécifications d'orientation et de forme

Ces règles sont fondées sur un raisonnement logique de la mise en position des surfaces de références à l'isostatisme. Elles sont regroupées et ordonnées dans un organigramme d'ajout des spécifications d'orientation et de forme de la figure 11 [4]. Cet organigramme est à base d'algorithmes liés à la notion de systèmes experts « Si condition Alors action ».

Afin d'illustrer ces propos, nous appliquons ces règles à la géométrie intermédiaire de la

phase 20 du processus de fabrication initialement prédéfini de l'exemple d'application de la pièce de fraisage (figure 3). Nous obtenons le résultat suivant :

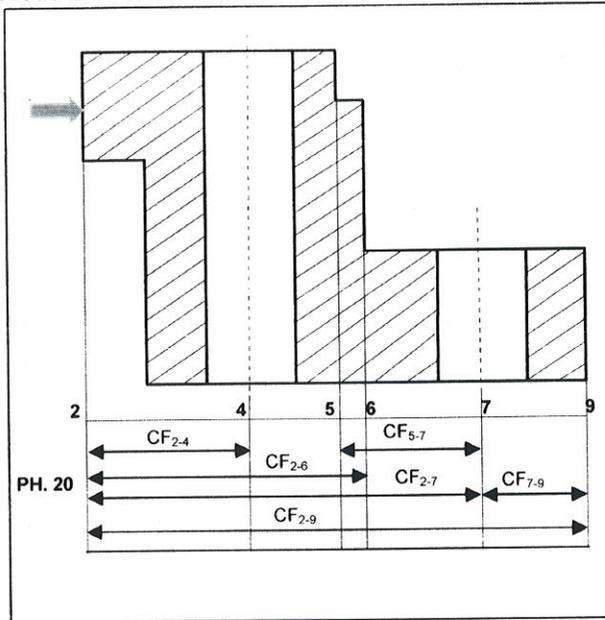


Figure 12. Géométrie intermédiaire de la phase 20

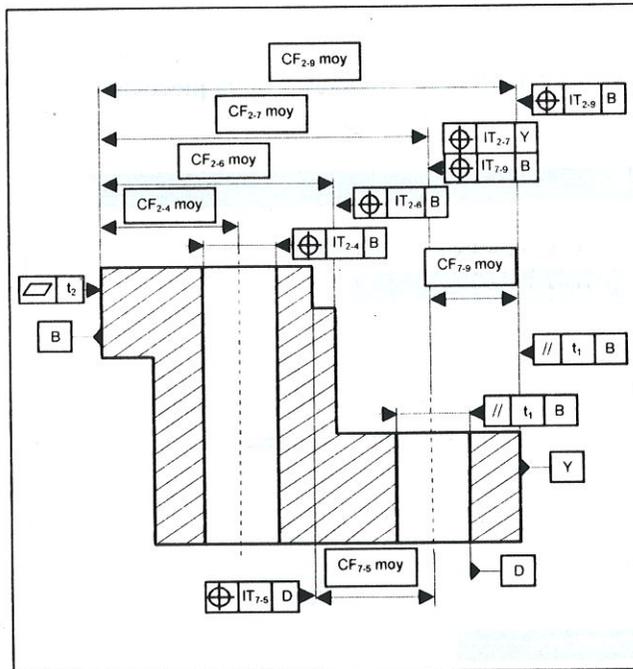


Figure 13. Dessin de fabrication de la phase 20

4. Automatisation de l'interface

L'automatisation a été faite sur la base des relations géométriques entre contrainte de localisation et contrainte de parallélisme d'une part, et contrainte de parallélisme et contrainte

de forme (planeité) d'une autre part. Tout cela en respectant l'ordre décroissant des tolérances [5], comme l'illustre la figure 14.

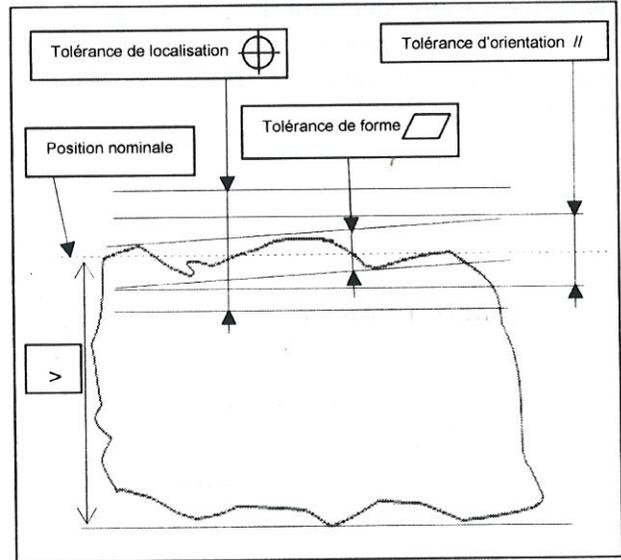


Figure 14. Ordre des tolérances

4.1 Traduction des CF en spécifications de localisation

La figure 15, illustre l'organigramme de la procédure de traduction des cotes de fabrication (CF) en spécifications de localisation.

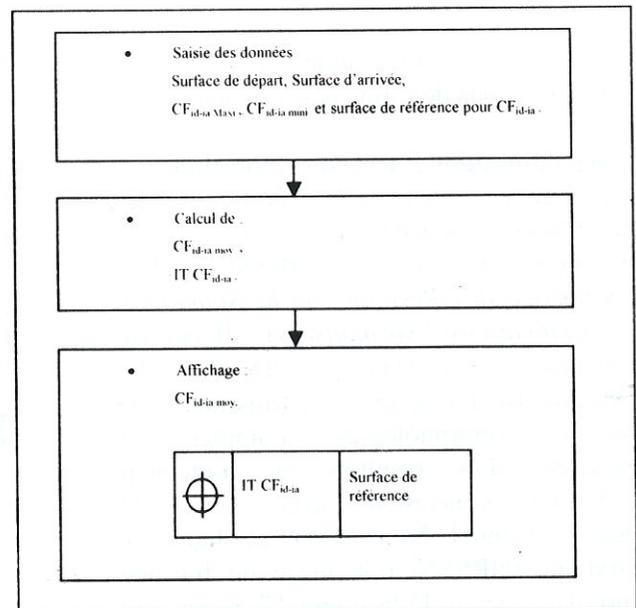


Figure 15. Organigramme de la procédure de traduction des CF



4.2 Automatisation de l'ajout des spécifications

L'ajout des spécifications de forme et d'orientation va être automatiser selon le cas reprise ou pas de reprise. La figure 16 représente l'organigramme de l'ajout des spécifications.

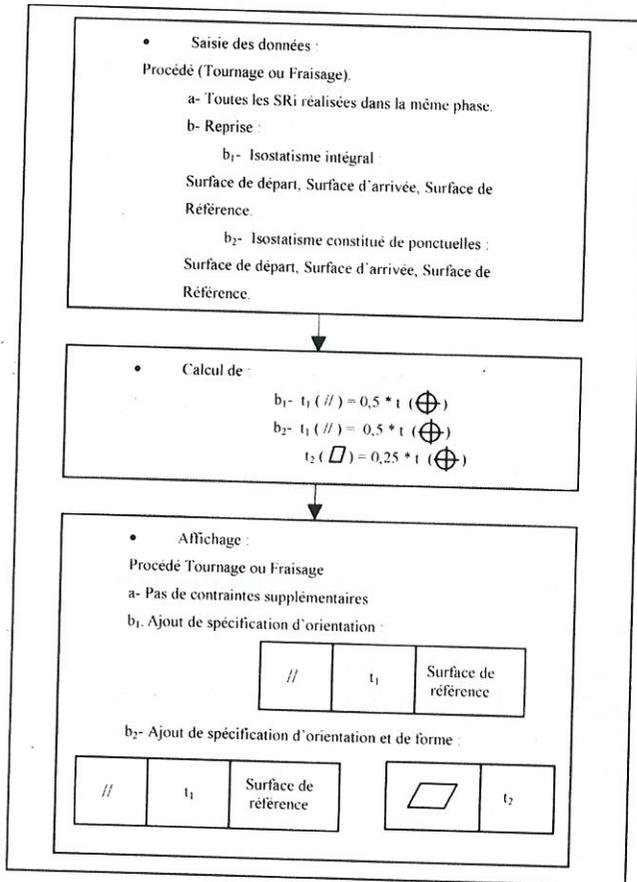


Figure 16. Organigramme d'ajout des spécifications de forme et d'orientation

5. Programmation et tests de validation

Un module a été programmé sur la base des organigrammes précédemment donnés. Ce programme est nommé OIRSSN (*Outil d'Interfaçage des Résultats de la Simulation en Spécifications Normalisées*). Il a été programmé sous langage Delphi. Le programme final a été testé sur trois pièces de différentes morphologies (simples et complexes). Les résultats du traitement automatique concordent avec ceux du traitement manuel. Nous allons appliquer le programme OIRSSN à la pièce de fraisage (figure 3). L'écran de la figure 17, représente le fichier de données de la pièce de fraisage, et l'écran de la figure 18, illustre le fichier des résultats.

Spécifications de Localisation | Ajout de spécifications

Données

	Surface de départ	Surface d'arrivée	CFmax	CFmin	Surface de référence
Cote 1	2	10	53,75	53,224	X
Cote 2	2	3	5,025	4,975	B
Cote 3	2	9	53,025	52,975	B
Cote 4	2	7	40,025	39,975	B
Cote 5	2	6	27,15	26,85	B
Cote 6	2	4	16,025	15,975	B
Cote 7	5	7	19,05	18,95	D
Cote 8	7	9	13,025	12,975	Y
Cote 9	8	9	12,975	12,925	Y

Spécifications de Localisation | Ajout de spécifications

Données

RECAP DES DONNEES

Procédé :
Nombre de Phases : 3

PHASE 3

a- SRI réalisées même phase
 b- Reprise

PHASE 1
a- SRI réalisées même phase

PHASE 2
b- Reprise
Isostatisme ponctuel

	S, D	S, A	S, R	Nombre de cotes = 2
Cote 1	2	7	B	
Cote 2	7	9	Y	

PHASE 3
a- SRI réalisées même phase

Figure 17. Fichier de données pour la pièce de fraisage

Spécifications de Localisation | Ajout de spécifications | Résultats

SEPECIFICATIONS DE LOCALISATION

CF(2-10)moj = 53,407	⊕ 0,526 X
CF(2-3)moj = 5	⊕ 0,05 B
CF(2-9)moj = 53	⊕ 0,05 B
CF(2-7)moj = 40	⊕ 0,05 B
CF(2-6)moj = 27	⊕ 0,3 B
CF(2-4)moj = 16	⊕ 0,05 B
CF(5-7)moj = 19	⊕ 0,1 D
CF(7-9)moj = 13	⊕ 0,05 Y
CF(8-9)moj = 12,95	⊕ 0,05 Y

AJOUT DE SPECIFICATIONS

Procédé : Fraisage

Nombre de Phases : 3

Phase 1 : Pas de contraintes supplémentaires

Phase 2 : Ajout d'une contrainte d'orientation et de forme

// = 0,05

t1 = 0,025

t2 = 0,0125

Ref = B

Phase 3 : Pas de contraintes supplémentaires

Figure 18. Fichier des résultats pour la pièce de fraisage

La figure 19 représente le dessin de fabrication de la phase 20, après traitement automatique.

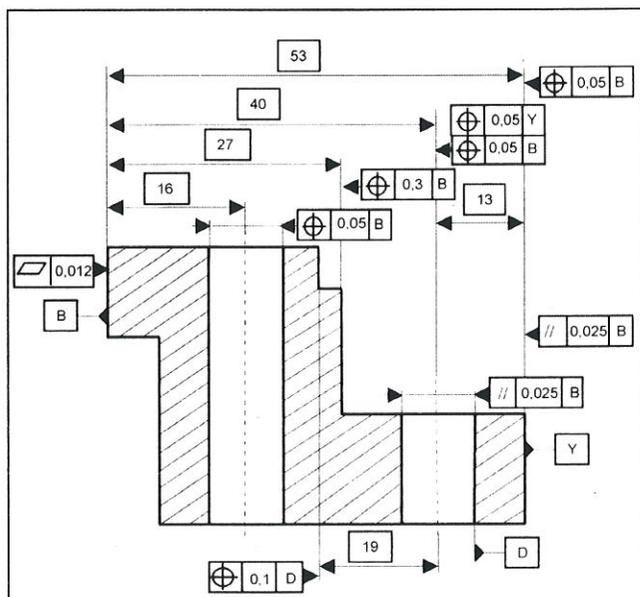


Figure 19. Dessin de fabrication de la phase 20 après traitement automatique

6. Conclusion

Cet article montre que le passage du modèle de simulation unidirectionnelle à un modèle défini suivant le formalisme GPS est possible. Le passage du modèle fonctionnel spécifié en système ISO au modèle de la simulation a été conditionné par certaines hypothèses. Et le passage du modèle équivalent de simulation au modèle géométrique de fabrication a été soldé par la naissance de certaines surcontraintes. Ces dernières sont les résultats d'un raisonnement logique de la mise en position des surfaces de références à l'isostatisme. Le développement de cette interface donc, nous a permis de traduire les résultats de la cotation de la fabrication en système ISO-GPS. Enfin, l'intégration du module OIRSSN, ainsi que le logiciel du tolérancement des cotes de fabrication par la méthode des dispersions [6] dans le système CATIA permet d'avoir automatiquement les dessins de fabrication des différentes phases spécifiés en ISO-GPS comme résultat final.

NOTATIONS

Symbole	Désignation
CF	Cote de fabrication
i_d	Surface de départ
i_a	Surface d'arrivée
IT	Intervalle de tolérance
t_1	Contrainte d'orientation (parallélisme)
t_2	Contrainte de forme (planéité)
ISO	International Standard Organisation
GPS	Geometrical Product Specification

REFERENCES

- [1] **J.Y. Dantan**, "Synthèse des spécifications géométriques : modélisation par Calibre à Mobilités Internes," Thèse de doctorat, Université Bordeaux I, **2000**.
- [2] **S. Hamou**, "Contribution à l'optimisation de la spécification des états intermédiaires dans le processus de fabrication", Thèse de doctorat, Université de Tlemcen, **Juin 2004**.
- [3] **S. Hamou; D. Moulai-Khatir; F. Hadjoui; J.M Linares**, "Interfacing of the Unidirectional Dimensions of Manufacture in Standardized Specifications", Second International Congress Design and Modelling of Mechanical Systems, Tunisia, **March 2007, ID-192**.
- [4] **D. Moulai-Khatir**, "Interfaçage du tolérancement de fabrication unidirectionnel en spécifications normalisées", Mémoire de Magister, Université de Tlemcen, **Juin 2007**.
- [5] **B. Ançelmetti**, "Tolérancement : Langage des normes ISO de cotation", Edition Lavoisier, **Tome 1, 2003**.
- [6] **S. Hamou; A. Cheikh; J.M. Linares; A. Chikh Daho**, "A stochastic concept for the optimization of manufacturing tolerances in computer aided process plan simulation", International Journal Computer Integrated Manufacturing, London, **October-November 2006, Vol.19, N°7, pp 663-675**.