

**RETURN BIDS TO:**  
**RETOURNER LES SOUMISSIONS À:**  
**Bid Receiving Public Works and Government  
Services Canada/Réception des soumissions  
Travaux publics et Services gouvernementaux  
Canada**  
**Pacific Region**  
**401 - 1230 Government Street**  
**Victoria, B.C.**  
**V8W 3X4**  
**Bid Fax: (250) 363-3344**

## REQUEST FOR PROPOSAL DEMANDE DE PROPOSITION

**Proposal To: Public Works and Government  
Services Canada**

We hereby offer to sell to Her Majesty the Queen in right of Canada, in accordance with the terms and conditions set out herein, referred to herein or attached hereto, the goods, services, and construction listed herein and on any attached sheets at the price(s) set out therefor.

**Proposition aux: Travaux Publics et Services  
Gouvernementaux Canada**

Nous offrons par la présente de vendre à Sa Majesté la Reine du chef du Canada, aux conditions énoncées ou incluses par référence dans la présente et aux annexes ci-jointes, les biens, services et construction énumérés ici sur toute feuille ci-annexée, au(x) prix indiqué(s).

**Comments - Commentaires**

<b>Title - Sujet</b> POWER MX MODELLING & BOARD DESIGN	
<b>Solicitation No. - N° de l'invitation</b> 31034-143415/B	<b>Date</b> 2014-06-18
<b>Client Reference No. - N° de référence du client</b> 31034-143415	
<b>GETS Reference No. - N° de référence de SEAG</b> PW-\$VIC-211-6495	
<b>File No. - N° de dossier</b> VIC-4-37022 (211)	<b>CCC No./N° CCC - FMS No./N° VME</b>
<b>Solicitation Closes - L'invitation prend fin</b> <b>at - à 02:00 PM</b> <b>on - le 2014-07-04</b>	<b>Time Zone</b> <b>Fuseau horaire</b> Pacific Daylight Saving Time PDT
<b>F.O.B. - F.A.B.</b> <b>Plant-Usine:</b> <input type="checkbox"/> <b>Destination:</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Other-Autre:</b> <input type="checkbox"/>	
<b>Address Enquiries to: - Adresser toutes questions à:</b> Park, Isabell	<b>Buyer Id - Id de l'acheteur</b> vic211
<b>Telephone No. - N° de téléphone</b> (250) 363-3981 ( )	<b>FAX No. - N° de FAX</b> (250) 363-3344
<b>Destination - of Goods, Services, and Construction:</b> <b>Destination - des biens, services et construction:</b> NATIONAL RESEARCH COUNCIL CANADA 717 WHITE LAKE ROAD KALEDEN BRITISH COLUMBIA VOH1K0 CANADA	

**Instructions: See Herein**

**Instructions: Voir aux présentes**

**Vendor/Firm Name and Address**

**Raison sociale et adresse du  
fournisseur/de l'entrepreneur**

**Issuing Office - Bureau de distribution**

Public Works and Government Services Canada - Pacific  
Region  
401 - 1230 Government Street  
Victoria, B. C.  
V8W 3X4

<b>Delivery Required - Livraison exigée</b> See Herein	<b>Delivery Offered - Livraison proposée</b>
<b>Vendor/Firm Name and Address</b> <b>Raison sociale et adresse du fournisseur/de l'entrepreneur</b>	
<b>Telephone No. - N° de téléphone</b> <b>Facsimile No. - N° de télécopieur</b>	
<b>Name and title of person authorized to sign on behalf of Vendor/Firm</b> <b>(type or print)</b> <b>Nom et titre de la personne autorisée à signer au nom du fournisseur/ de l'entrepreneur (taper ou écrire en caractères d'imprimerie)</b>	
<b>Signature</b>	<b>Date</b>

Solicitation No. - N° de l'invitation

31034-143415/B

Amd. No. - N° de la modif.

Buyer ID - Id de l'acheteur

vic211

Client Ref. No. - N° de réf. du client

31034-143415

File No. - N° du dossier

VIC-4-37022

CCC No./N° CCC - FMS No/ N° VME

---

## **TABLE DES MATIÈRES**

### **PARTIE 1 - RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX**

1. Introduction
2. Sommaire
3. Compte rendu
4. Communications
5. Conflit d'intérêt

### **PARTIE 2 - INSTRUCTIONS À L'INTENTION DES SOUMISSIONNAIRES**

1. Instructions, clauses et conditions uniformisées
2. Présentation des soumissions
3. Ancien fonctionnaire (s'il y a lieu)
4. Communications en période de soumission
5. Lois applicables
6. Améliorations apportées aux besoins pendant la demande de soumissions
7. Fondement du titre du Canada sur les droits de propriété intellectuelle

### **PARTIE 3 - INSTRUCTIONS POUR LA PRÉPARATION DES SOUMISSIONS**

1. Instructions pour la préparation des soumissions
  - Section I : Soumission technique
  - Section II : Soumission financière
  - Section III : Attestations

### **PARTIE 4 - PROCÉDURES D'ÉVALUATION ET MÉTHODE DE SÉLECTION**

1. Procédures d'évaluation
2. Méthode de sélection

### **PARTIE 5 - ATTESTATIONS**

1. Attestations préalables à l'attribution du contrat

### **PARTIE 6 - CLAUSES DU CONTRAT SUBSÉQUENT**

1. Énoncé des travaux
2. Clauses et conditions uniformisées
3. Exigences relatives à la sécurité
4. Durée du contrat
5. Responsables
6. Divulgence proactive de marchés conclus avec d'anciens fonctionnaires (s'il y a lieu)
7. Paiement
8. Instructions relatives à la facturation
9. Attestations
10. Lois applicables
11. Ordre de priorité des documents
12. Assurances

**Liste des pièces jointes**

Pièce jointe A Critères techniques obligatoires

**Liste des annexes**

Annexe A	Énoncé des travaux MEX 4
Annexe B	Énoncé des travaux P32S-64M-4GB
Annexe C	Spécification technique du produit P32S-64M-4GB
Annexe D	Base de paiement

## **PARTIE 1 - RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX**

### **1. Introduction**

La demande de soumissions compte six parties ainsi que des pièces jointes et des annexes, elle est divisée comme suit :

Partie 1	Renseignements généraux : renferme une description générale du besoin;
Partie 2	Instructions à l'intention des soumissionnaires : renferme les instructions, clauses et conditions relatives à la demande de soumissions;
Partie 3	Instructions pour la préparation des soumissions : donne aux soumissionnaires les instructions pour préparer leur soumission;
Partie 4	Procédures d'évaluation et méthode de sélection : décrit la façon selon laquelle se déroulera l'évaluation et présente les critères d'évaluation auxquels on doit répondre dans la soumission, ainsi que la méthode de sélection;
Partie 5	Attestations : comprend les attestations à fournir; et
Partie 6	Clauses du contrat subséquent : contient les clauses et les conditions qui s'appliqueront à tout contrat subséquent.

### **2. Sommaire**

Le CNRC a besoin de services de recherche-développement pour soutenir le projet international de réseau d'un kilomètre carré (SKA – *Square Kilometer Array*). <https://www.skatelescope.org>

Les entrepreneurs qui soumissionnent pour ce marché devront absolument respecter les échéances de livraison, sans quoi le Canada ne pourra tenir ses engagements face aux délais fixés pour le bureau de projet du SKA.

Les soumissionnaires doivent fournir une liste de noms ou tout autre documentation connexe, selon les besoins, conformément à l'article 01 des instructions uniformisées 2003.

#### **2.1 Réémission d'une demande de soumission**

Cette demande de soumissions annule et remplace la demande de soumissions numéro 31034-143415/A, datée du 2014-05-13, dont la date de clôture était le 2014-05-29, à 14:00. Un compte rendu ou une rencontre de rétroaction sera offert sur demande aux soumissionnaires, aux offrants ou aux fournisseurs qui ont présenté une offre dans le cadre de la demande de soumissions précédente.

### **3. Compte rendu**

Après l'attribution du contrat, les soumissionnaires peuvent demander un compte rendu des résultats du processus de demande de soumissions. Les soumissionnaires devraient en faire la demande à l'autorité contractante dans les 15 jours ouvrables, suivant la réception des résultats du processus de demande de soumissions. Le compte rendu peut être fourni par écrit, par téléphone ou en personne.

### **4. Communications**

À titre de courtoisie, et afin de coordonner les annonces publiques liées au présent contrat, le gouvernement du Canada demande aux soumissionnaires retenus d'aviser l'autorité contractante cinq jours à l'avance de leur intention de rendre public une annonce relative à la recommandation de l'attribution d'un contrat, ou toute autre information relative au contrat. Le gouvernement du Canada conserve le droit de faire les annonces initiales concernant les contrats.

### **5. Conflit d'intérêt**

Les travaux décrits au présent et les produits livrables dans le cadre de tout marché subséquent interdisent spécifiquement l'élaboration de tout énoncé des travaux, de critères d'évaluation ou de tout autre document connexe à l'appel d'offres. L'entrepreneur, ses sous-traitants ou quelconque de leurs représentants, impliqués directement ou non dans l'exécution des travaux et/ou dans la production de produits livrables d'un marché subséquent, pourront présenter une proposition pour toute invitation à

31034-143415/B

soumissionner éventuelle liée à la production ou à l'exploitation de tout concept ou prototype mis au point ou livré dans le cadre de tout marché subséquent.

## PARTIE 2 - INSTRUCTIONS À L'INTENTION DES SOUMISSIONNAIRES

### 1. Instructions, clauses et conditions uniformisées

Toutes les instructions, clauses et conditions identifiées dans la demande de soumissions par un numéro, une date et un titre sont reproduites dans le guide des [clauses et conditions uniformisées d'achat](https://achatsetventes.gc.ca/politiques-et-lignes-directrices/guide-des-clauses-et-conditions-uniformisees-d-achat) (<https://achatsetventes.gc.ca/politiques-et-lignes-directrices/guide-des-clauses-et-conditions-uniformisees-d-achat>) publié par Travaux publics et Services gouvernementaux Canada

Les soumissionnaires qui présentent une soumission s'engagent à respecter les instructions, les clauses et les conditions de la demande de soumissions, et acceptent les clauses et les conditions du contrat subséquent.

Le document 2003 (2014-03-01), Instructions uniformisées - biens ou services - besoins concurrentiels, est incorporé par renvoi dans la demande de soumissions et en fait partie intégrante.

### 2. Présentation des soumissions

Les soumissions doivent être présentées uniquement au Module de réception des soumissions de Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (TPSGC) au plus tard à la date, à l'heure et à l'endroit indiqués à la page 1 de la demande de soumissions.

### 3. Ancien fonctionnaire

Les contrats attribués à des anciens fonctionnaires qui touchent une pension ou qui ont reçu un paiement forfaitaire doivent résister à l'examen scrupuleux du public et constituer une dépense équitable des fonds publics. Afin de respecter les politiques et les directives du Conseil du Trésor sur les contrats attribués à des anciens fonctionnaires, les soumissionnaires doivent fournir l'information exigée ci-dessous avant l'attribution du contrat. Si la réponse aux questions et, s'il y a lieu les renseignements requis, n'ont pas été fournis par le temps où l'évaluation des soumissions est complétée, le Canada informera le soumissionnaire du délai à l'intérieur duquel l'information doit être fournie. Le défaut de se conformer à la demande du Canada et satisfaire à l'exigence dans le délai prescrit rendra la soumission non recevable.

#### Définition

Aux fins de cette clause, « ancien fonctionnaire » signifie tout ancien employé d'un ministère au sens de la [Loi sur la gestion des finances publiques](#), L.R., 1985, ch. F-11, un ancien membre des Forces armées canadiennes ou de la Gendarmerie royale du Canada. Un ancien fonctionnaire peut être :

- a. un individu;
- b. un individu qui s'est incorporé;
- c. une société de personnes constituée d'anciens fonctionnaires; ou
- d. une entreprise à propriétaire unique ou une entité dans laquelle la personne visée détient un intérêt important ou majoritaire.

« période du paiement forfaitaire » signifie la période mesurée en semaines de salaire à l'égard de laquelle un paiement a été fait pour faciliter la transition vers la retraite ou vers un autre emploi par suite de la mise en place des divers programmes visant à réduire la taille de la fonction publique. La période du paiement forfaitaire ne comprend pas la période visée par l'allocation de fin de services, qui se mesure de façon similaire.

« pension » signifie une pension ou une allocation annuelle versée en vertu de la [Loi sur la pension de la fonction publique](#) (LPFP), L.R., 1985, ch. P-36, et toute augmentation versée en vertu de la [Loi sur les prestations de retraite supplémentaires](#), L.R., 1985, ch. S-24, dans la mesure où elle touche la LPFP. La pension ne comprend pas les pensions payables conformément à la [Loi sur la pension de retraite des Forces canadiennes](#), L.R., 1985, ch. C-17, à la [Loi sur la continuation de la pension des services de défense](#), 1970, ch. D-3, à la [Loi sur la continuation des pensions de la Gendarmerie royale du Canada](#), 1970, ch. R-10, et à la Loi sur la pension de retraite de la Gendarmerie royale du Canada, L.R., 1985, ch. R-11, à la [Loi sur les allocations de retraite des parlementaires](#), L.R., 1985, ch. M-5, et à la partie de la pension versée conformément à la [Loi sur le Régime de pensions du Canada](#), L.R., 1985, ch. C-8.

**Ancien fonctionnaire touchant une pension**

Selon les définitions ci-dessus, est-ce que le soumissionnaire est un ancien fonctionnaire touchant une pension? **Oui** ( ) **Non** ( )

Si oui, le soumissionnaire doit fournir l'information suivante pour tous les anciens fonctionnaires touchant une pension, le cas échéant :

- a. le nom de l'ancien fonctionnaire;
- b. la date de cessation d'emploi dans la fonction publique ou de la retraite.

En fournissant cette information, les soumissionnaires acceptent que le statut du soumissionnaire retenu, en tant qu'ancien fonctionnaire touchant une pension en vertu de la LPFP, soit publié dans les rapports de divulgation proactive des marchés, sur les sites Web des ministères, et ce conformément à l'[Avis sur la Politique des marchés : 2012-2](#) et les [Lignes directrices sur la divulgation des marchés](#).

**Directive sur le réaménagement des effectifs**

Est-ce que le soumissionnaire est un ancien fonctionnaire qui a reçu un paiement forfaitaire en vertu de la Directive sur le réaménagement des effectifs? **Oui** ( ) **Non** ( )

Si oui, le soumissionnaire doit fournir l'information suivante :

- a. le nom de l'ancien fonctionnaire;
- b. les conditions de l'incitatif versé sous forme de paiement forfaitaire;
- c. la date de la cessation d'emploi;
- d. le montant du paiement forfaitaire;
- e. le taux de rémunération qui a servi au calcul du paiement forfaitaire;
- f. la période correspondant au paiement forfaitaire, incluant la date du début, d'achèvement et le nombre de semaines;
- g. nombre et montant (honoraires professionnels) des autres contrats assujettis aux conditions d'un programme de réaménagement des effectifs.

Pour tous les contrats attribués pendant la période du paiement forfaitaire, le montant total des honoraires qui peut être payé à un ancien fonctionnaire qui a reçu un paiement forfaitaire est limité à 5 000 \$, incluant les taxes applicables.

**4. Communications en période de soumission**

Toutes les demandes de renseignements doivent être présentées à l'autorité contractante au moins 5 jours civils avant la date de clôture. Pour ce qui est des demandes de renseignements reçues après ce délai, il est possible qu'on ne puisse pas y répondre.

Les soumissionnaires devraient citer le plus fidèlement possible le numéro de l'article de la demande de soumissions auquel se rapporte la question et prendre soin d'énoncer chaque question de manière suffisamment détaillée pour que le Canada puisse y répondre avec exactitude. Les demandes de renseignements techniques qui ont un caractère exclusif doivent porter clairement la mention « exclusif » vis-à-vis de chaque article pertinent. Les éléments portant la mention « exclusif » feront l'objet d'une discrétion absolue, sauf dans les cas où le Canada considère que la demande de renseignements n'a pas un caractère exclusif. Dans ce cas, le Canada peut réviser les questions ou peut demander au soumissionnaire de le faire, afin d'en éliminer le caractère exclusif, et permettre la transmission des réponses à tous les soumissionnaires. Le Canada peut ne pas répondre aux demandes de renseignements dont la formulation ne permet pas de les diffuser à tous les soumissionnaires.

**5. Lois applicables**

Tout contrat subséquent sera interprété et régi selon les lois en vigueur en Colombie-Britannique, et les relations entre les parties seront déterminées par ces lois.

À leur discrétion, les soumissionnaires peuvent indiquer les lois applicables d'une province ou d'un territoire canadien de leur choix, sans que la validité de leur soumission ne soit mise en question, en supprimant le nom de la province ou du territoire canadien précisé et en insérant le nom de la province



ou du territoire canadien de leur choix. Si aucun changement n'est indiqué, cela signifie que les soumissionnaires acceptent les lois applicables indiquées.

**6. Améliorations apportées au besoin pendant la demande de soumissions**

Les soumissionnaires qui estiment qu'ils peuvent améliorer, techniquement ou technologiquement, le devis descriptif ou l'énoncé des travaux contenus dans la demande de soumissions, sont invités à fournir des suggestions par écrit à l'autorité contractante identifiée dans la demande de soumissions. Les soumissionnaires doivent indiquer clairement les améliorations suggérées et les motifs qui les justifient. Les suggestions, qui ne restreignent pas la concurrence ou qui ne favorisent pas un soumissionnaire en particulier, seront examinées à la condition qu'elles parviennent à l'autorité contractante au plus tard 5 jours avant la date de clôture de la demande de soumissions. Le Canada aura le droit d'accepter ou de rejeter n'importe quelle ou la totalité des suggestions proposées.

**7. Fondement du titre du Canada sur les droits de propriété intellectuelle**

Le Conseil national de recherches Canada a déterminé que tout droit de propriété intellectuelle découlant de l'exécution des travaux prévus par le contrat subséquent appartiendra au Canada, pour les motifs suivants :

- l'objet principal du contrat ou des biens livrables en vertu du contrat est d'accroître certains acquis actuels du gouvernement avant de transférer cet ensemble plus vaste d'acquis au secteur privé (non nécessairement à l'entrepreneur initial), par octroi de licence ou par cession de la propriété, à des fins d'exploitation commerciale;
- l'objet principal du contrat ou des biens livrables en vertu du contrat est la livraison d'un composant ou d'un sous-système qui sera intégré ultérieurement dans un système complet, comme condition préalable au transfert prévu du système complet au secteur privé, par voie de licence ou de cession, aux fins d'une exploitation commerciale.

## **PARTIE 3 - INSTRUCTIONS POUR LA PRÉPARATION DES SOUMISSIONS**

### **1. Instructions pour la préparation des soumissions**

Le Canada demande que les soumissionnaires fournissent leur soumission en sections distinctes (reliées séparément), comme suit :

Section I :      Soumission technique (1 copies papier)  
Section II :      Soumission financière (1 copies papier)  
Section III :     Attestations (1 copies papier)

En cas d'incompatibilité entre le libellé de la copie électronique et de la copie papier, le libellé de la copie papier l'emportera sur celui de la copie électronique.

Les prix doivent figurer dans la soumission financière seulement. Aucun prix ne doit être indiqué dans une autre section de la soumission.

Les soumissionnaires peuvent soumissionner relativement à plus d'un axe de travail précisé à l'annexe A, mais ils devraient présenter une soumission distincte pour chacun d'entre eux. Le Canada demande aux soumissionnaires de préciser clairement dans les premières pages de leur soumission le axe de travail pour lequel ils soumissionnent.

Le Canada demande que les soumissionnaires suivent les instructions de présentation décrites ci-après pour préparer leur soumission :

- a) utiliser du papier de 8,5 po x 11 po (216 mm x 279 mm); et
- b) utiliser un système de numérotation correspondant à celui de la demande de soumissions:

En avril 2006, le Canada a approuvé une politique exigeant que les agences et ministères fédéraux prennent les mesures nécessaires pour incorporer les facteurs environnementaux dans le processus d'approvisionnement Politique d'achats écologiques (<http://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/ecologisation-greening/achats-procurement/politique-policy-fra.html>). Pour aider le Canada à atteindre ses objectifs, les soumissionnaires devraient :

- 1) utiliser du papier contenant des fibres certifiées provenant d'un aménagement forestier durable et contenant au moins 30 % de matières recyclées; et
- 2) utiliser un format qui respecte l'environnement : impression noir et blanc, recto-verso/à double face, broché ou agrafé, sans reliure Cerlox, reliure à attaches ni reliure à anneaux.

### **Section I : Soumission technique**

Dans leur soumission technique, les soumissionnaires devraient démontrer leur compréhension des exigences contenues dans la demande de soumissions et expliquer comment ils répondront à ces exigences. Les soumissionnaires devraient démontrer leur capacité et décrire l'approche qu'ils prendront de façon complète, concise et claire pour effectuer les travaux.

La soumission technique devrait traiter clairement et de manière suffisamment approfondie des points faisant l'objet des critères d'évaluation en fonction desquels la soumission sera évaluée. Il ne suffit pas de reprendre simplement les énoncés contenus dans la demande de soumissions. Afin de faciliter l'évaluation de la soumission, le Canada demande que les soumissionnaires reprennent les sujets dans l'ordre des critères d'évaluation, sous les mêmes rubriques. Pour éviter les recoupements, les soumissionnaires peuvent faire référence à différentes sections de leur soumission en indiquant le numéro de l'alinéa et de la page où le sujet visé est déjà traité.

## **Section II : Soumission financière**

**1.1** Les soumissionnaires doivent présenter leur soumission financière comme suit :

- (a) Un prix de lot ferme tout compris pour les travaux. Le montant total de taxe applicable doit être indiqué séparément, s'il y a lieu.
- (b) Pour les soumissionnaires établis au Canada, les prix doivent être en dollars canadiens, les droits de douane et les taxes d'accise canadiens compris, et la taxe sur les produits et services (TPS) ou la taxe de vente harmonisée (TVH) exclue.

Pour les soumissionnaires établis à l'extérieur du Canada, les prix doivent être en dollars canadiens, excluant les taxes applicables, les droits de douane et les taxes d'accise canadiens. Les droits de douane et les taxes d'accise canadiens payables par le Canada seront ajoutés, à des fins d'évaluation seulement, aux prix présentés par les soumissionnaires établis à l'étranger.

Pour les fins de la demande de soumissions, les soumissionnaires qui ont une adresse au Canada sont considérés comme étant des soumissionnaires établis au Canada, et les soumissionnaires qui ont une adresse à l'extérieur du Canada sont considérés comme étant des soumissionnaires établis à l'étranger.

## **Section III : Attestations**

Les soumissionnaires doivent présenter les attestations exigées à la Partie 5.

## **PARTIE 4 - PROCÉDURES D'ÉVALUATION ET MÉTHODE DE SÉLECTION**

### **1. Procédures d'évaluation**

- (a) Les soumissions seront évaluées par rapport à l'ensemble des exigences de la demande de soumissions, incluant les critères d'évaluation techniques **et** financiers.
- (b) Une équipe d'évaluation composée de représentants du Canada évaluera les soumissions.

#### **1.1 Évaluation technique**

La proposition technique abordera clairement et de façon assez détaillée les aspects visés par les critères qui en permettront l'évaluation. Reprendre simplement les termes de l'appel d'offres ne suffit pas. Pour faciliter l'évaluation de la proposition, le Canada exige du soumissionnaire qu'il aborde les différents points dans l'ordre où ils sont présentés dans les critères d'évaluation, en reprenant les mêmes en-têtes. Pour éviter les répétitions, le soumissionnaire pourra faire référence à diverses parties de sa proposition en identifiant le paragraphe et la page où le point a été abordé.

##### **1.1.1 Renseignements à l'appui**

Dans le cas où le soumissionnaire n'a pas fourni toutes renseignements à l'appui en vertu de aux critères techniques obligatoires, l'autorité contractante pourra par la suite en faire la demande par écrit, y compris après la date de clôture des soumissions. Il est obligatoire que le soumissionnaire fournisse les renseignements à l'appui dans les trois (3) jours de la demande écrite ou dans le délai plus long précisé ou convenu par l'autorité contractante dans l'avis au soumissionnaire.

##### **1.1.2 Critères techniques obligatoires**

Voir la pièce jointe A, Critères techniques obligatoires

##### **1.1.3 Date de livraison**

MEX4 projet:

Alors que la livraison est demandée par le 31 août 2014, la meilleure livraison qui pourrait être offert est \_\_\_\_\_.

P32S projet:

Alors que la livraison est demandée par le 31 août 2014, la meilleure livraison qui pourrait être offert est \_\_\_\_\_.

### **1.2 Évaluation financière**

#### **1.2.1 Évaluation du prix**

Le prix de la soumission sera évalué en dollars canadiens, excluant les taxes applicables,, incluant les droits de douane et les taxes d'accise canadiens.

### **2. Méthode de sélection**

#### **2.1 Méthode de sélection - le prix évalué le plus bas**

Une soumission doit respecter toutes les exigences de la demande de soumissions pour être déclarée recevable. La soumission recevable avec le prix évalué le plus bas (par projet) sera recommandée pour attribution d'un contrat.

## PARTIE 5 - ATTESTATIONS

Les soumissionnaires doivent fournir les attestations et les renseignements connexes exigés pour qu'un contrat leur soit attribué.

Les attestations que les soumissionnaires remettent au Canada peuvent faire l'objet d'une vérification à tout moment par le Canada. Le Canada déclarera une soumission non recevable, ou à un manquement de la part de l'entrepreneur à l'une de ses obligations prévues au contrat, s'il est établi qu'une attestation du soumissionnaire est fausse, sciemment ou non, que ce soit pendant la période d'évaluation des soumissions, ou pendant la durée du contrat.

L'autorité contractante aura le droit de demander des renseignements supplémentaires pour vérifier les attestations du soumissionnaire. À défaut de répondre et de coopérer à toute demande ou exigence imposée par l'autorité contractante, la soumission peut être déclarée non recevable, ou constituer un manquement aux termes du contrat.

### 1. Attestations préalables à l'attribution du contrat

#### 1.1 Dispositions relatives à l'intégrité - renseignements connexes

En présentant une soumission, le soumissionnaire atteste que le soumissionnaire et ses affiliés, respectent les dispositions stipulées à l'article 01 Dispositions relatives à l'intégrité - soumission, des instructions uniformisées [2003](#). Les renseignements connexes, tel que requis aux dispositions relatives à l'intégrité, assisteront le Canada à confirmer que les attestations sont véridiques.

#### 1.2 Programme de contrats fédéraux pour l'équité en matière d'emploi - Attestation de soumission

En présentant une soumission, le soumissionnaire atteste que le soumissionnaire, et tout membre de la coentreprise si le soumissionnaire est une coentreprise, n'est pas nommé dans la liste des « [soumissionnaires à admissibilité limitée](#) » ([http://www.travail.gc.ca/fra/normes\\_equite/eq/emp/pcf/liste/inelig.shtml](http://www.travail.gc.ca/fra/normes_equite/eq/emp/pcf/liste/inelig.shtml)) du Programme de contrats fédéraux (PCF) pour l'équité en matière d'emploi disponible sur le site Web [d'Emploi et Développement social Canada \(EDSC\) - Travail](#).

Le Canada aura le droit de déclarer une soumission non recevable si le soumissionnaire, ou tout membre de la coentreprise si le soumissionnaire est une coentreprise, figure dans la liste des « [soumissionnaires à admissibilité limitée](#) » du PCF au moment de l'attribution du contrat.

## PARTIE 6 - CLAUSES DU CONTRAT SUBSÉQUENT

Les clauses et conditions suivantes s'appliquent à tout contrat subséquent découlant de la demande de soumissions et en font partie intégrante.

### 1. Énoncé des travaux

L'entrepreneur doit exécuter les travaux conformément à l'énoncé des travaux qui se trouve à l'annexe « A ».

### 2. Clauses et conditions uniformisées

Toutes les clauses et conditions identifiées dans le contrat par un numéro, une date et un titre sont reproduites dans le guide des Clauses et conditions uniformisées d'achat (<https://achatsetventes.gc.ca/politiques-et-lignes-directrices/guide-des-clauses-et-conditions-uniformisees-d-achat>) publié par Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (TPSGC).

#### 2.1 Conditions générales

2035 (2014-03-01), Conditions générales - besoins plus complexes de services, s'appliquent au contrat et en font partie intégrante.

#### 2.2 Conditions générales supplémentaires

Les conditions générales supplémentaires suivantes s'appliquent au contrat et en font partie intégrante :

4007 (2010-08-12), Le Canada détient les droits de propriété intellectuelle sur les renseignements originaux

### 3. Exigences relatives à la sécurité

Ce contrat ne comporte aucune exigence relative à la sécurité.

### 4. Durée du contrat

#### 4.1 Date de livraison

Tous les biens livrables doivent être reçus au plus tard le \_\_\_\_\_.

### 5. Responsables

#### 5.1 Autorité contractante

L'autorité contractante pour le contrat est:

Nom : Ji-Yon Isabell Park  
Titre : Spécialiste de l'approvisionnement  
Travaux publics et Services gouvernementaux Canada  
Direction générale des approvisionnements  
Téléphone : 250-363-3981  
Courriel: ji-yonisabell.park@tpsgc.gc.ca

L'autorité contractante est responsable de la gestion du contrat, et toute modification doit être autorisée par écrit par l'autorité contractante. L'entrepreneur ne doit pas effectuer de travaux dépassant la portée du contrat ou des travaux qui n'y sont pas prévus, suite à des demandes ou instructions verbales ou écrites de toute personne autre que l'autorité contractante.

#### 5.2 Responsable technique

Le responsable technique pour le contrat est:

Le responsable technique représente le ministère ou l'organisme pour lequel les travaux sont exécutés en vertu du contrat. Il est responsable de toutes les questions liées au contenu technique des travaux

prévus dans le contrat. On peut discuter des questions techniques avec le responsable technique; cependant, celui-ci ne peut pas autoriser les changements à apporter à l'énoncé des travaux. De tels changements peuvent être effectués uniquement au moyen d'une modification au contrat émise par l'autorité contractante.

### **5.3 Représentant de l'entrepreneur**

Nom:  
Titre:  
Company:  
Address:  
Téléphone:  
Télécopier:  
Courriel:  
Mobile:

### **5.4 Responsable des achats**

Le responsable des achats pour le contrat est :

Le responsable des achats représente le ministère ou organisme pour lequel les travaux sont exécutés en vertu du contrat. Il est responsable de la mise en oeuvre d'outils et de procédures exigés pour l'administration du contrat. L'entrepreneur peut discuter de questions administratives identifiées dans le contrat avec le responsable des achats; cependant, celui-ci ne peut pas autoriser de changements à l'énoncé des travaux. Des changements à l'énoncé des travaux peuvent être effectués uniquement au moyen d'une modification au contrat émise par l'autorité contractante.

## **6. Divulcation proactive de marchés conclus avec d'anciens fonctionnaires**

En fournissant de l'information sur son statut en tant qu'ancien fonctionnaire touchant une pension en vertu de la [Loi sur la pension de la fonction publique](#) (LPFP), l'entrepreneur a accepté que cette information soit publiée sur les sites Web des ministères, dans le cadre des rapports de divulgation proactive des marchés, et ce, conformément à l'[Avis sur la Politique des marchés : 2012-2](#) du Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada.

## **7. Paiement**

### **7.1 Base de paiement**

L'Entrepreneur sera payé conformément à la base de paiement qui se trouve à l'annexe B.

### **7.2 Limite de prix**

Clause du guide des CCUA C6000C (2011-05-16), Limite de prix

### **7.3 Modalités de paiement**

**7.3.1** Clause du guide des CCUA H1001C (2008-05-12), Paiements multiples

### **7.4 Clauses du guide des CCUA**

A9117C (2007-11-30), T1204 - demande directe du ministère client

## **8. Instructions relatives à la facturation**

1. L'entrepreneur doit soumettre ses factures conformément à l'article intitulé « Présentation des factures » des conditions générales. Les factures ne doivent pas être soumises avant que tous les travaux identifiés sur la facture soient complétés.
2. Les factures doivent être distribuées comme suit :

- (a) L'original et une (1) copie doivent être envoyés à l'adresse qui apparaît à la page 1 du contrat pour attestation et paiement.
- (b) Une (1) copie doit être envoyée à l'autorité contractante identifiée sous l'article intitulé « Responsables » du contrat.

## **9. Attestations**

### **9.1 Conformité**

Le respect des attestations et documentation connexe fournies par l'entrepreneur avec sa soumission est une condition du contrat et pourra faire l'objet d'une vérification par le Canada pendant toute la durée du contrat. En cas de manquement à toute déclaration de la part de l'entrepreneur, à fournir la documentation connexe ou encore si on constate que les attestations qu'il a fournies avec sa soumission comprennent de fausses déclarations, faites sciemment ou non, le Canada aura le droit de résilier le contrat pour manquement conformément aux dispositions du contrat en la matière.

## **10. Lois applicables**

Le contrat doit être interprété et régi selon les lois en vigueur (*sera précisé à l'attribution du contrat*) et les relations entre les parties seront déterminées par ces lois.

## **11. Ordre de priorité des documents**

En cas d'incompatibilité entre le libellé des textes énumérés dans la liste, c'est le libellé du document qui apparaît en premier sur la liste qui l'emporte sur celui de tout autre document qui figure plus bas sur la liste.

- a) les articles de la convention;
- b) les conditions générales supplémentaires 4007 (2010-08-12), Le Canada détient les droits de propriété intellectuelle sur les renseignements originaux;
- c) les conditions générales 2035 (2014-03-01), Conditions générales - besoins plus complexes de services;
- d) l'Annexe A, Énoncé des travaux MEX 4;
- e) l'Annexe B, Énoncé des travaux P32S-64M-4GB;
- f) l'Annexe C, Spécification technique du produit P32S-64M-4GB;
- g) l'Annexe D, Base de paiement;
- h) la soumission de l'entrepreneur datée du \_\_\_\_\_ (inscrire la date de la soumission) (si la soumission a été clarifiée ou modifiée, insérer au moment de l'attribution du contrat « , clarifiée le \_\_\_\_\_ » ou « , modifiée le \_\_\_\_\_ » et inscrire la ou les dates des clarifications ou modifications)

## **12. Assurances**

Clause du guide des CCUA G1005C (2008-05-12), Assurances



## PIÈCE JOINTE A

### CRITÈRES TECHNIQUES OBLIGATOIRES

#### 1. Critères techniques obligatoires

À la date et à l'heure de clôture de la demande de soumissions, le soumissionnaire doit respecter les exigences obligatoires ci-après et fournir les documents nécessaires pour démontrer qu'il se conforme à ces exigences. Toute soumission qui ne respecte pas l'une ou l'autre des exigences obligatoires suivantes sera déclarée non recevable. Chacune des exigences devrait être traitée séparément.

#### 1.1 Instructions pour remplir cette section

La proposition abordera chaque point et respectera les exigences indiquées, faute de quoi elle ne sera pas retenue.

Si l'espace manque dans le tableau, on attribuera un numéro à l'information complémentaire (IC#), qui sera présentée sur une page distincte, avec les précisions voulues.

REMARQUE : Lorsqu'il n'existe pas de documentation (ou que la chose ne s'applique pas), l'indiquer en employant l'abréviation APSP (pour « attesté par la personne qui a signé la proposition »).

#### EXEMPLE

ÉLÉMENT	SPÉCIFICATION	O = obligatoire	PROPOSITION	Respecté (oui/non)	IC#
3.1	La boîte fonctionne dans la plage de fréquences z-y	O	<i>D'accord. Voir aussi la brochure fournie avec la proposition.</i>	<i>Oui</i>	<i>Pour plus de précisions, voir l'IC# 01 dans la proposition</i>

IC# 01 – ÉLÉMENT 3.2 L'entreprise fabrique de l'équipement similaire à la BOÎTE indiquée depuis 1988. Celui-ci peut être configuré de multiples façons, chose rarement mentionnée dans la publicité. Il peut donc être adapté aux exigences requises. Voir la fiche technique spéciale en annexe.

#### Proposition technique

#### Projet MEX 4

ÉLÉMENT	SPÉCIFICATION	O = obligatoire	PROPOSITION	Respecté (oui/non)	IC#
1	Illustration que l'entreprise n'en est pas à ses débuts dans le développement, la fabrication et l'essai des circuits imprimés à haute vitesse d'un débit minimal de 10 Gbps par paire. Citer au moins deux projets à titre d'exemple, avec les références, et décrire les méthodes employées pour concevoir les circuits (matériau du support, assemblages, géométrie du circuit).	O			

ÉLÉMENT	SPÉCIFICATION	O = obligatoire	PROPOSITION	Respecté (oui/non)	IC#
2	Preuve du développement récent (ou en cours) de circuits imprimés à haute vitesse visant un débit de jusqu'à 28 Gbps par paire. Mentionner au moins un projet et décrire les méthodes employées pour concevoir les circuits (matériau du support, assemblages, géométrie du circuit); fournir des dessins techniques à titre d'exemple pour étayer cette affirmation.	O			

**Projet P32S**

**IMPORTANT :** Les entrepreneurs qui souhaitent que leur proposition soit envisagée pour le projet PS32 sont tenus de répondre aux points 1 et 2 du tableau MEX4 et aux points 1, 2, 3 et 4 du tableau ci-dessous.

ÉLÉMENT	SPÉCIFICATION	O = obligatoire	PROPOSITION	Respecté (oui/non)	IC#
1	Illustration que l'entreprise n'en est pas à ses débuts dans le développement, la fabrication et l'essai de circuits imprimés à haute vitesse d'un débit minimal de 10 Gbps par paire, similaires au P32S sur les plans de la performance, de l'importance des fonctionnalités, de la complexité, de la taille et de la densité. Citer au moins deux projets à titre d'exemple, avec les références, et décrire les méthodes et les approches employées au niveau de la conception (matériau du support, assemblages, géométrie du circuit).	O			

ÉLÉMENT	SPÉCIFICATION	O = obligatoire	PROPOSITION	Respecté (oui/non)	IC#
2	Preuve du développement récent (ou en cours) de circuits imprimés à haute vitesse visant un débit d'au moins 28 Gbps par paire, similaires au P32S sur les plans de la performance, de l'importance des fonctionnalités, de la complexité, de la taille et de la densité. Mentionner au moins un projet et décrire les méthodes employées pour concevoir les circuits (matériau du support, assemblages, géométrie du circuit); fournir des dessins techniques à titre d'exemple pour étayer cette affirmation.	O			
3	Décrire le procédé de fabrication et les tests envisagés pour garantir la fiabilité, l'assurance produit et l'assurance de la qualité, conformément aux parties 10 et 11 de la spécification de base PowerMX.	O			
4	Le développeur respectera les exigences obligatoires relatives à l'assurance produit exposées à la partie 11.2 de la spécification de base PowerMX. Fournir la documentation à l'appui.	O			

Remarque 1. CNRC offrira fournisseur avec la pile de couche souhaitée et par des stratégies ainsi que fournir le soutien et la demande d'exécuter des vérifications HyperLynx intégrité du signal sur les conceptions de circuits imprimés du fournisseur.

Remarque 2. CNRC reconnaît qu'il y a des risques techniques dans l'exécution des ou des contrats sans garantie de succès. Par conséquent, NRC prévoit que l'entrepreneur va se prononcer sur la base du meilleur effort pour répondre aux exigences énoncées dans les truis et évaluation des résultats attendus du contrat sera évaluée en conséquence.

# MEX4

Modèle électrique/mécanique PowerMX à 4 sites

## ÉNONCÉ DES TRAVAUX

*Version : 1.2*

*Date : 14 avril 2014*

*Auteur : Brent Carlson*



---

## Versions

Version	Date	Changements/remarques	Auteur
<i>DRAFT</i>	2014-01-07	Première version préliminaire pour examen interne.	B. Carlson
1.0	2014-01-10	Version initiale pour évaluation du prix.	B. Carlson
1.1	2014-01-24	Ajout de J9 et J10 sur la carte mère pour l'étalonnage des instruments de mesure Version présentée à TPSGC pour le processus d'appel d'offres.	B. Carlson
1.2	2014-04-14	Ajout d'un lien vers la Spécification de base ( <i>Base Specification</i> ) : <a href="http://www.powermx.org">www.powermx.org</a> . Suppression de l'exigence pour le fournisseur de procéder à la simulation et à la vérification des performances après le tracé (le CNRC s'en chargera).	B. Carlson

## Table des matières

1	Introduction et portée .....	6
2	Descriptions des produits à fabriquer.....	7
2.1	Carte mère MEX4 (MEX4-MB) .....	7
2.1.1	Survol de la carte MEX4-MB .....	7
2.1.2	Empilage de la carte à circuit imprimé MEX4-MB .....	7
2.1.3	Tracé du circuit imprimé MEX4-MB .....	8
2.1.4	Schéma et routage du circuit imprimé MEX4-MB PCB .....	10
2.2	Module enfichable MEX4 PMX_IOC (MEX4-IOB).....	12
2.2.1	Survol de la carte MEX4-IOB .....	12
2.2.2	Empilage de la carte à circuit imprimé MEX4-IOB .....	13
2.2.3	Tracé du circuit imprimé MEX4-IOB.....	13
2.2.4	Schéma et routage du circuit imprimé MEX4-IOB .....	14
2.3	Carte mezzanine PMXM MEX4 (MEX4-PMXM) .....	15
2.3.1	Survol de la carte MEX4-PMXM .....	15
2.3.2	Empilage de la carte à circuit imprimé MEX4-PMXM .....	16
2.3.3	Implantation du circuit imprimé MEX4-PMXM.....	16
2.3.4	MEX4-PMXM PCB schematic and routing.....	17
3	Tâches et réalisations attendues .....	21
3.1	Tâches .....	21
3.2	Réalisations attendues.....	21
4	Documents de référence .....	22
5	Annexe .....	22

## Liste des figures

Figure 2-1 Implantation de la carte MEX4-MB. La face arrière est dépourvue de composante. ....	9
Figure 2-2 Concept de tracé des trous et des liaisons des connecteurs Meg-Array MC1-3 .....	12
Figure 2-3 Implantation de la face avant du circuit imprimé MEX4-IOB PCB illustrant également les éléments de la face arrière. Les connecteurs Meg-Array, les broches et les connecteurs coaxiaux à montage en surface et à pression de contact Tyco sont installés sur la face arrière. Les connecteurs SMA d'essai sont montés sur (J1-J7) sont montés sur la face avant.....	14
Figure 2-4 Disposition du circuit imprimé, face avant, montrant également les connecteurs Meg-Array MC1-3 et MCA de la face arrière. ....	17
Figure 2-5 Exemple de tracé et de branchement prévu pour la face arrière. ....	18
Figure 5-1 Modèle tridimensionnel des cartes MEX4-MB, MEX4-PMXM, et MEX4-IOB (raccourcie). Les connecteurs SMA de test ne sont pas montrés. ....	23

## Liste des tableaux

Tableau 2-1 Liaisons des connecteurs J1-J4 et J5-J8 aux pastilles coaxiales PMX_IOC. ....	10
Tableau 2-2 Liaisons des connecteurs SMA d'essai de la carte MEX4-IOB.....	15
Tableau 2-3 Liaisons des connecteurs SMA de la carte MEX4-PMXM.....	20

---

## Définitions, acronymes, abréviations

La plupart des définitions sont données dans le document *PowerMX Base Specification* [1] (ci-après, la « Spécification de base »).

Autres définitions :

**BGA** – Boitier matriciel à billes (*Ball Grid Array*)

**CNRC** – Conseil national de recherches du Canada.

**ET** – Énoncé des travaux.

**MEX4** – Nom général désignant ce projet de conception et de fabrication de multiples cartes à circuit imprimé.

**MEX4-IOB** – Nom désignant spécialement la carte d'entrée-sortie du projet MEX4.

**MEX4-MB** – Nom désignant spécialement la carte mère du projet MEX4.

**MEX4-PMXM** – Nom désignant spécialement la carte PMXM mezzanine du projet MEX4.

**SMA** – Connecteur coaxial SMA.



## 1 Introduction et portée

Le présent document définit l'énoncé des travaux pour le projet de modèle électrique et mécanique « MEX4 » PowerMX.

**Pour bien comprendre ce document, il est essentiel de lire et de comprendre les parties pertinentes du document *PowerMX Base Specification* [1] afin de saisir l'étendue des travaux définis et l'effort nécessaire pour les réaliser.** Le présent énoncé des travaux définit, avec le document *PowerMX Base Specification* (ci-après la « *Spécification de base* »), l'ensemble de l'étendue du projet « MEX4 », y compris la définition du produit, les tâches, les réalisations attendues et les quantités de cartes à fabriquer.

L'objectif du projet MEX4 est de fabriquer des modèles physiques représentatifs dotés de coupons de test électrique de la carte mère PowerMX, du module PMXM PowerMX et de la carte monolithique PMX\_IOC PowerMX. Chacune des cartes à circuit imprimé sera fabriquée selon la Spécification de base et les exigences additionnelles définies à la section suivante (Descriptions des produits à fabriquer).

Le projet comporte trois cartes à circuit imprimé à fabriquer :

1. **MEX4-MB** – carte mère PowerMX à 4 sites.
2. **MEX4-IOB**—module enfichable PMX\_IOC monolithique.
3. **MEX4-PMXM**— carte à circuit imprimé enfichable mezzanine PMXM.

**Sauf indication contraire, les références à des figures et des sections utilisées dans le présent ET renvoient aux figures et aux sections de la Spécification de base.**

## 2 Descriptions des produits à fabriquer

La présente section décrit les cartes à circuit imprimé qui doivent être fabriqués au titre du présent ET. Ces prototypes ne seront jamais raccordés à une alimentation et ne comportent pas d'alimentation interne d'une espèce ou d'une autre.

### 2.1 Carte mère MEX4 (MEX4-MB)

#### 2.1.1 Survol de la carte MEX4-MB

Les exigences relatives à la carte mère du projet MEX4—qui est désignée par le code « **MEX4-MB** » — sont les suivantes :

1. Carte mère à 4 sites complète conforme à la Spécification de base, Figures 5-1 et 5-2 (épaisseur du circuit imprimé), comprenant les connecteurs prévus pour les zones *Area-1*, *Area-2*, et *Area-3* ainsi que :
  - a. Les connecteurs PMX\_IOC et les pastilles et trous connexes selon la Figure 5-3 (et les détails des figures 5-4 et 5-5) aux 8 sites PMX\_IOC.
  - b. Les connecteurs PMXM et les pastilles et trous connexes selon la Figure 5-6 aux 4 sites, y compris les connecteurs MCA et les prises d'alimentation V1-V4 et VC, conformément à la *Note 1* de la Figure 5-6. Les broches VCep ne sont pas nécessaires.
2. Pour la zone *Area-1*, installer deux connecteurs SMA à angle droit pour circuit imprimé comme indiqué à la Figure 5-7.
3. Pour la zone *Area-2*, suivre exactement la Figure 5-1 et les détails de la Figure 5-8(a).
4. Pour la zone *Area-3*, suivre exactement la Figure 5-1 (connecteur ATX V2.2, section 5.5.2(3.)).
5. Connecteur RJ-45 à angle droit pour circuit imprimé, conformément à la Figure 5-1, face avant. Le numéro de pièce est laissé à la discrétion du concepteur.
6. Le matériau, l'empilage et les pistes du circuit imprimé à 28 couches conformément à la section 2.1.2 du présent document.
7. Sur la **face avant**, dans la zone qui se trouve à droite du site du PMXM 1, 8 connecteurs SMA droits pour circuit imprimé (N° de pièce Molex 73251-1850, ou équivalent), les connecteurs J1-J8, Figure 2-1 du présent document. Chaque connecteur est relié par un guide d'onde à ruban asymétrique à une pastille coaxiale dans le connecteur APMX d'un site PMX\_IOC, coordonnées (12,5; 28,5) de la Figure 5-4 de la Spécification de base. Voir la section 2.1.4 du présent document pour de plus amples renseignements sur le circuit imprimé.

#### 2.1.2 Empilage de la carte à circuit imprimé MEX4-MB

Le CNRC fournira des renseignements plus précis sur la géométrie des trous et des pastilles sous la forme d'un document complémentaire à cet ET une fois que des études en cours auront permis d'établir les exigences.

1. 28 couches, 1/2 once par couche (à confirmer).

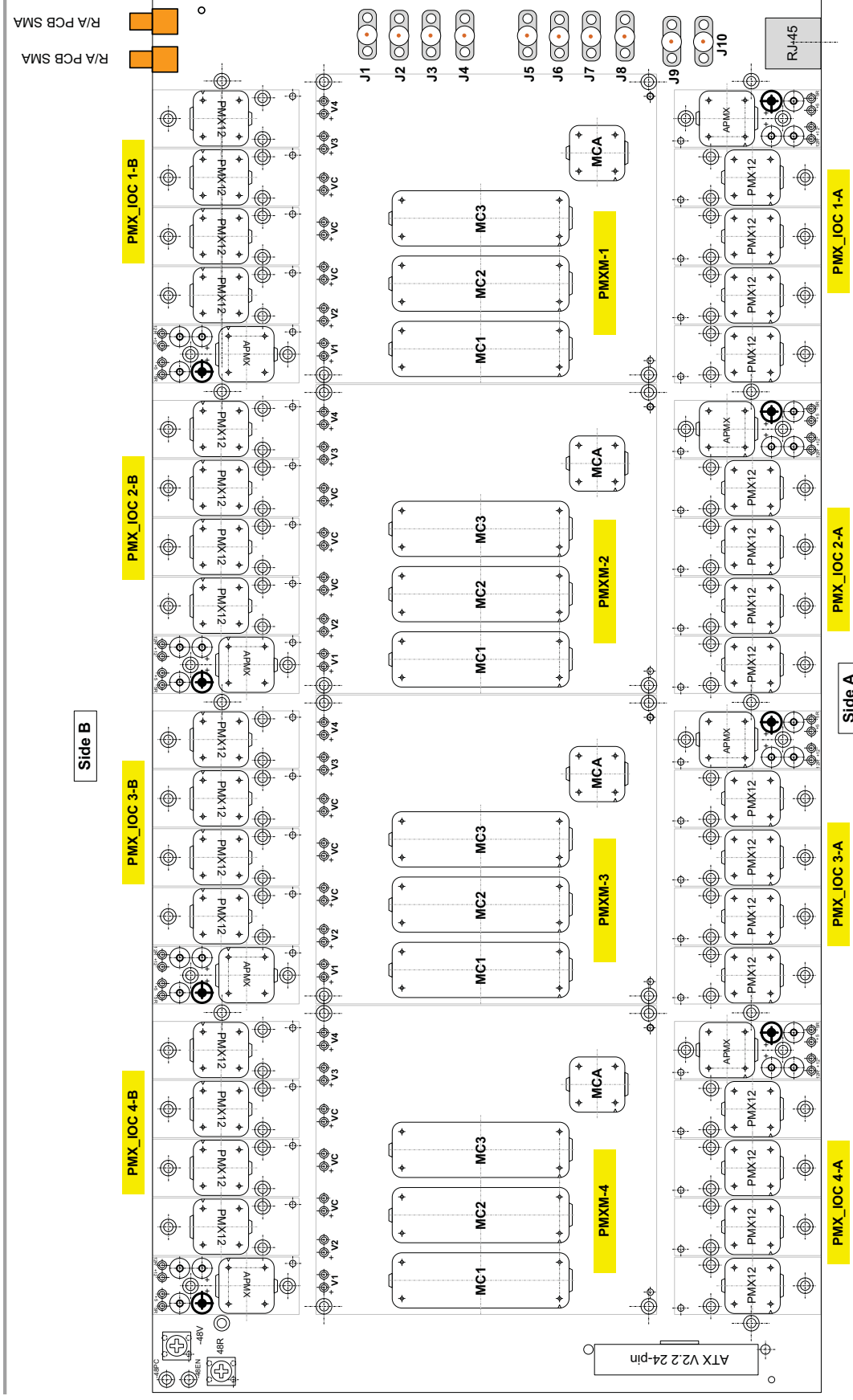


2. Empilage de la face avant à la face arrière : masse(1)-signal(2)-masse(3)- signal (4),..., signal (14)-signal (15)-masse(16)- signal (17), ..., masse(28).
3. Épaisseur du circuit fini conforme à la Spécification de base, Figure 5-2 (3,175 mm +/-0,1mm).
4. Utiliser le matériau Megtron-6 (couches 1-14; les couches 15-28 ne contiennent aucune piste active et pourraient être faites d'un matériau moins cher, dans la mesure où l'équilibre et l'intégrité mécaniques ne sont pas compromis). Le circuit à 28 couches final sera obtenu à partir de deux plaques de 14 couches qui sont l'image miroir l'une de l'autre, laminées et métallisées (au besoin).

### 2.1.3 Tracé du circuit imprimé MEX4-MB

La Figure 2-1 du présent document montre toutes les composantes de la face avant de la carte mère MEX4, avec les sites PMXM et PMX\_IOC équipés.

1. Les connecteurs **J1-J4** sont des connecteurs coaxiaux SMA insérés à force servant à raccorder les guides d'ondes à rubans de 50 ohms aux pastilles coaxiales APMX des sites PMX\_IOC 1-B à 4-B. Les connecteurs J5-J8 remplissent la même fonction pour les pastilles coaxiales APMX des sites PMX\_IOC 1-A à 4-A. Les connecteurs **J9** et **J10** serviront à l'étalonnage des connecteurs d'essai et des câbles des appareils d'essai.



*Figure 2-1 Implantation de la carte MEX4-MB. La face arrière est dépourvue de composante.*

Anglais	Français
Side	Côté
R/A PCB SMA	SMA à angle droit pour circuit imprimé
ATX V2.2 24 pin	Connecteur ATX V2.2 à 24 broches

### 2.1.4 Schéma et routage du circuit imprimé MEX4-MB PCB

Le CNRC fournira des renseignements plus précis sur la géométrie des trous et des pastilles sous la forme d'un document complémentaire à cet ET. Pour le moment, cependant, la Figure 2-2 du présent document illustre le concept de référence actuel. On s'attend à ce que le circuit nécessite l'utilisation de trous métallisés multicouches, d'épargnes du cuivre autour des trous métallisés et l'enlèvement par perçage du tronçon inutilisé des trous métallisés, mais l'utilisation de microvias n'est pas nécessaire. Seules les couches 1-14 contiennent des plans de masse et des pistes.

Les schémas de la carte mère doivent être mis au point selon les instructions suivantes, en tenant compte du fait que le prototype ne comporte que quelques liaisons (par rapport à la Spécification de base complète) pour l'essai et la vérification de la performance des lignes de transmission symétriques et asymétriques.

1. Dans tous les connecteurs Meg-Array (MC1-3, MCA, PMX12, APMX) qui comportent des broches reliées à la masse dans la Spécification de base, ces broches doivent être raccordées/soudées aux pastilles BGA de la couche 1 (masse et dissipation de chaleur). Sauf indication contraire dans la présente section, toutes les autres broches des connecteurs Meg-Array doivent être soudées à des pastilles BGA non raccordées de la couche 1.
2. Toutes les broches des autres connecteurs (plots d'alimentation, connecteurs SMA de la zone *Area-1*, RJ-45, ATX) prévus dans la Spécification de base qui ne sont pas reliés à la masse sont soudées (ou emmanchées, pour les plots d'alimentation) à des pastilles non raccordées.
3. Clôture de trous métallisés dans les couches 1-14 des deux côtés des lignes symétriques et asymétriques avec un espacement de 0,100 po (à confirmer).
4. Ensembles de liaisons à la masse par trous métallisés dans les couches 1-14 dans les matrices de billes des connecteurs Meg-Array.
5. Tracer les lignes de transmission, avec leurs clôtures de trous métallisés, des connecteurs coaxiaux **J1-J4** et **J5-J8** sur les couches 2 et 4 selon le Tableau 2-1 ci-dessous :

**Tableau 2-1 Liaisons des connecteurs J1-J4 et J5-J8 aux pastilles coaxiales PMX\_IOC.**

Connecteur coaxial	APMX de PMX_IOC :
J1	1-B
J2	2-B
J3	3-B

J4	4-B
J5	4-A
J6	3-A
J7	2-A
J8	1-A

Remarquez que les connecteurs coaxiaux auxquels les lignes indiquées ci-dessus doivent être reliées sont **en gras** dans la Figure 2-1 du présent document. Ces lignes asymétriques seront mises à l'essai à une fréquence de 5 GHz.

6. Établir les liaisons symétriques (différentielles) suivantes pour tous les sites PMXM aux sites PMX IOC correspondants, conformément aux tableaux 6-6 et 6-7 de la Spécification de base:

- a. MC3: AL1[0]+/- (broches C4, D4 de MC3 reliées aux broches B2, C2 du connecteur PMX12 P1 du site PMX\_IOC du côté A).
- b. MC3: AL1[1]+/- (broches C6, D6 de MC3 reliées aux broches B4, C4 du connecteur PMX12 P1 du site PMX\_IOC du côté A).
- c. MC3: AL1[2]+/- (broches C8, D8 de MC3 reliées aux broches B6, C6 du connecteur PMX12 P1 du site PMX\_IOC du côté A)
- d. MC1: BL1[0]-/+ (broches AQ8, AR8 de MC1 reliées aux broches C2, B2 du connecteur PMX12 P1 du site PMX\_IOC du côté B).
- e. MC1: BL1[1]-/+ (broches AQ6, AR6 de MC1 reliées aux broches C4, B4 du connecteur PMX12 P1 du site PMX\_IOC du côté B).
- f. MC1: BL1[2]-/+ (broches AQ4, AR4 de MC1 reliées aux broches C6, B6 du connecteur PMX12 P1 du site PMX\_IOC du côté B).

Tracer les lignes a, b, et c sur la couche 6 avec un espace minimal entre les lignes à déterminer dans l'annexe. Tracer les lignes d, e, and f sur la couche 12 d'une manière semblable.

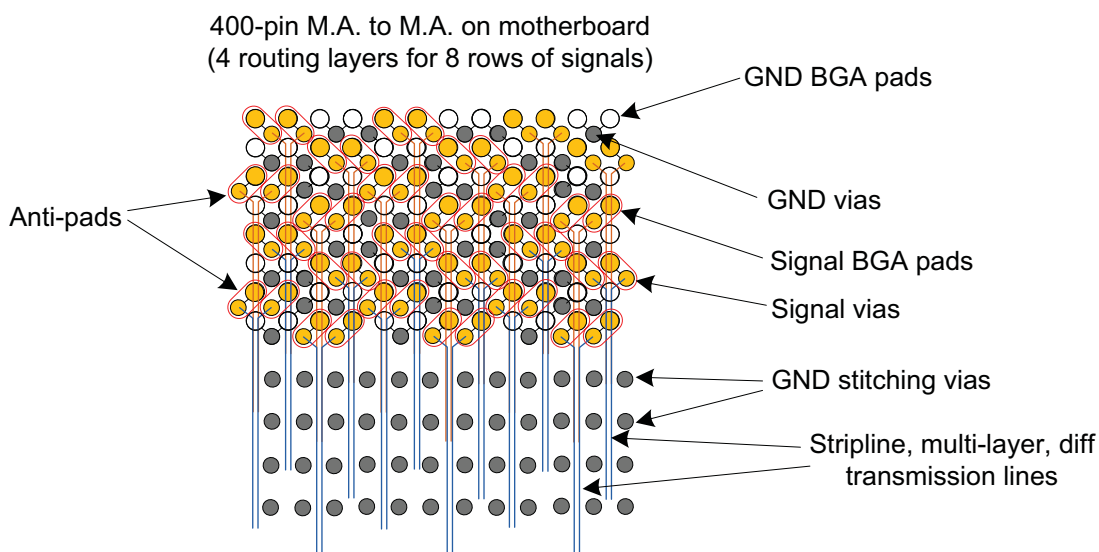
7. Établir les liaisons symétriques (différentielles) entre les sites de carte PMXP adjacents selon le Tableau 6-6 de la Spécification de base:

- a. MC1: LL1[0]+/- (broches G4, H4 de MC1 aux broches G10, H10 du connecteur MC3 du site de gauche).
- b. MC1: LL1[1]+/- (broches G2, H2 de MC1 aux broches G8, H8 du connecteur MC3 du site de gauche).
- c. MC1: LL1[2]+/- (broches J9, K9 de MC1 aux broches J3, K3 du connecteur MC3 du site de gauche)
- d. MC3: RL1[0]+/- (broches G10, H10, de MC3 aux broches G4, H4 du connecteur MC1 du site de droite).
- e. MC3: RL1[1]+/- (broches G8, H8, de MC3 aux broches G2, H2 du connecteur MC1 du site de droite).
- f. MC3: RL1[2]+/- (broches J3, K3 de MC3 aux broches J9, K9 du connecteur MC1 du site de droite)

Lorsqu'un connecteur PMXM n'a pas de site adjacent (connecteur de droite du site 1 et connecteur de gauche du site 4), laisser les paires en question non connectées. Tracer les paires différentielles sur la couche 6 avec l'espacement entre les paires minimal indiqué, en vue des essais de diaphonies entre les canaux.

8. Le connecteur **J9** est relié directement au connecteur **J10**, au moyen d'une ligne à transmission à microruban de 50 ohms par le chemin le plus court possible. Ces connecteurs et cette liaison serviront à l'étalonnage des appareils d'essai et des connecteurs.

La Figure 2-2 donne un tracé de référence pour les trous métallisés et les paires des connecteurs Meg-Array MC1-MC3. Remarquer que les épargnes des trous se chevauchent sur le diagramme, ce qui crée des interruptions dans le plan de masse; cela ne peut pas être le cas en réalité et il ne s'agit que d'un effet de la précision limitée du dessin. Comme il s'agit d'un circuit à grande vitesse (au moins 20 Gbit/s par paire), les tronçons inutilisés des fûts des trous métallisés devront être enlevés par perçage.



**Figure 2-2 Concept de tracé des trous et des liaisons des connecteurs Meg-Array MC1-3**

## 2.2 Module enfichable MEX4 PMX\_IOC (MEX4-IOB)

### 2.2.1 Survol de la carte MEX4-IOB

Les exigences relatives au module enfichable PMX\_IOC du projet MEX4 sont les suivantes :

1. Module enfichable monolithique conforme à la section 5.6 (Figure 5-10 et figures connexes) de la Spécification de base, et comprenant l'ensemble des connecteurs, pastilles, broches d'alimentation, broches de positionnement (deux broches seulement sont installées Spécification de base section 5.6.1 clause(4.)), et les quatre connecteurs coaxiaux montés en surface indiqués. La dimension définie à la *Note 1* de la Figure 5-10 est établie à 25 mm +/- 1 mm. Ce module se branche aux sites PMX\_IOC de la carte mère MEX4-MB.

2. Utiliser une épaisseur de circuit imprimé de 0,125 po +/- 0,010 po. L'épaisseur du circuit imprimé n'est pas précisée dans la Spécification de.
3. 7 connecteurs SMA droits pour circuit imprimé (N° de pièce Molex 73251-1850, ou l'équivalent), montés dans la zone libre (entre la coordonnée 0,0 et la dimension définie à la *Note 1* de la Figure 5-10) sur la **face avant** du module PMX\_IOC d'essai, conformément à la section 2.2.3 du présent document. Liaisons : 6 connecteurs reliés par 6 lignes à ruban asymétriques au connecteur FCI Meg-Array à 100 broches PMX12 P1; 1 connecteur relié par 1 ligne à ruban asymétrique à 1 connecteur coaxial APMX (coordonnées (12,5; 28,5), Figure 5-11 de la Spécification de base).

## 2.2.2 Empilage de la carte à circuit imprimé MEX4-IOB

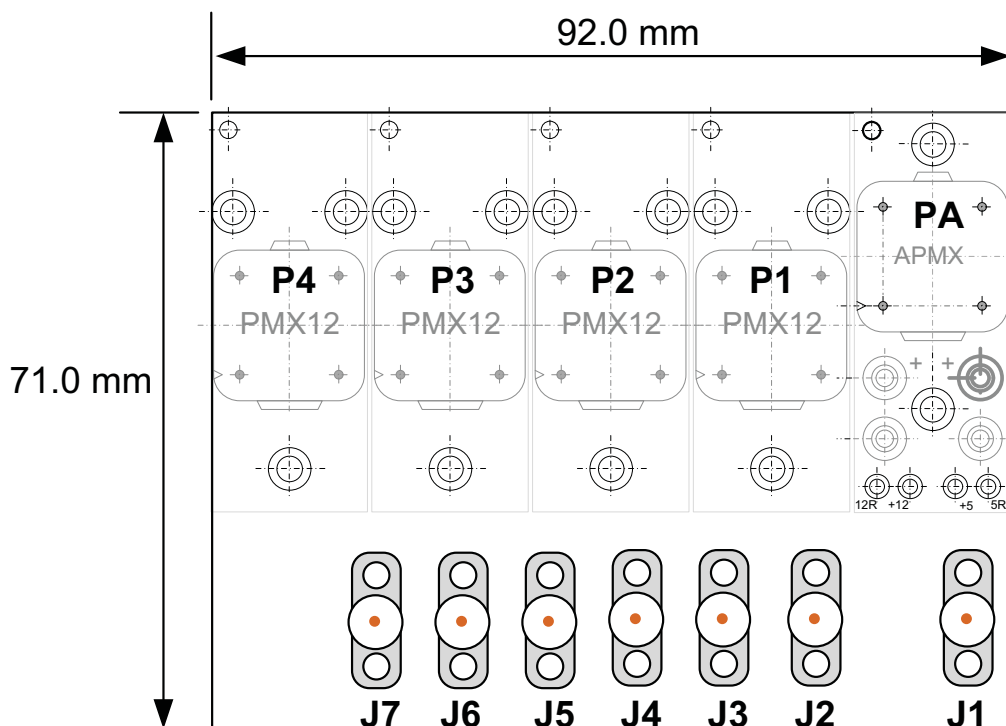
Le CNRC fournira des renseignements plus précis sur la géométrie des trous et des pastilles sous la forme d'un document complémentaire à cet ET.

1. 28 couches, 1/2 once par couche (à confirmer).
2. Empilage de la face avant à la face arrière : masse(1)-signal(2)-masse(3)-signal(4),..., signal(14)-signal(15)-masse(16)- signal(17), ..., masse(28).
3. Épaisseur du circuit fini de 0,125 po +/- 0,010 po.
4. Le circuit à 28 couches final sera obtenu à partir de deux plaques de 14 couches qui sont l'image miroir l'une de l'autre, laminées et métallisées (au besoin).

## 2.2.3 Tracé du circuit imprimé MEX4-IOB

Le tracé du module enfichable comprend les trous traversants, les connecteurs, les pastilles et les broches de la face arrière conformément à la Figure 5-10 of the Spécification de base, ainsi que connecteurs SMA droits pour circuit imprimé (N° de pièce Molex 73251-1850, ou l'équivalent) montés sur la face avant. La Figure 2-3 ci-dessous illustre l'implantation de la face avant avec les connecteurs de la face arrière:





**Figure 2-3 Implantation de la face avant du circuit imprimé MEX4-IOB PCB illustrant également les éléments de la face arrière. Les connecteurs Meg-Array, les broches et les connecteurs coaxiaux à montage en surface et à pression de contact Tyco sont installés sur la face arrière. Les connecteurs SMA d'essai (J1-J7) sont montés sur la face avant.**

#### 2.2.4 Schéma et routage du circuit imprimé MEX4-IOB

Le CNRC fournira des renseignements plus précis sur la géométrie des trous et des pastilles sous la forme d'un document complémentaire à cet ET. On s'attend à ce que le circuit nécessite l'utilisation de trous métallisés multicouches, d'épargnes du cuivre autour des trous métallisés et l'enlèvement par perçage du tronçon inutilisé des trous métallisés, mais l'utilisation de microvias n'est pas nécessaire.

Les schémas de la carte mère doivent être mis au point selon les instructions suivantes, en tenant compte du fait que le prototype ne comporte que quelques liaisons (par rapport à la Spécification de base complète) pour l'essai et la vérification de la performance des lignes de transmission symétriques et asymétriques.

1. Dans tous les connecteurs Meg-Array (PA, P1-P4) qui comportent des broches reliées à la masse dans la Spécification de base (APMX : Tableau 6-2, PMX12 : Tableau 6-4), ces broches doivent être raccordées/soudées aux pastilles BGA de la couche 1 (masse et dissipation de chaleur). Sauf indication contraire dans la présente section, toutes les autres broches des connecteurs Meg-Array doivent être soudées à des pastilles BGA non raccordées de la couche 1.

2. Sauf indication contraire dans la présente section, toutes les broches ou pastilles des autres connecteurs prévus dans la Spécification de base qui ne sont pas reliés à la masse sont soudées à des pastilles non raccordées.
3. Clôture de trous métallisés dans les couches 1-28 des deux côtés des lignes symétriques (le cas échéant) et asymétriques avec un espacement de 0,100 po (à confirmer).
4. Ensembles de liaisons à la masse par trous métallisés dans les couches 1-28 dans les matrices de billes des connecteurs Meg-Array.
5. Tracer une ligne de transmission à ruban de 50 ohms reliée à **J1** sur la couche 2 jusqu'au connecteur coaxial monté en surface Tyco dans l'empreinte APMX en gras dans la Figure 2-3 du présent document.
6. Relier les connecteurs J2-7 aux broches du connecteur Meg-Array P1 selon le Tableau 2-2. Ces liaisons devraient être des lignes de transmission à ruban de 50 ohms individuelles, car elles sont reliées à des connecteurs SMA distincts.

**Tableau 2-2 Liaisons des connecteurs SMA d'essai de la carte MEX4-IOB.**

Connecteur coaxial	Broche du connecteur P1
J2	B2
J3	C2
J4	B4
J5	C4
J6	B6
J7	C6

## 2.3 Carte mezzanine PMXM MEX4 (MEX4-PMXM)

### 2.3.1 Survol de la carte MEX4-PMXM

Les exigences relatives au circuit imprimé mezzanine MEX4-PMXM sont les suivants:

1. Circuit imprimé mezzanine selon la section 5.7 (Figure 5-13) de la Spécification de base, y compris tous les connecteurs, les pastilles, les trous et les broches (V1-V4, VC) indiqués sur la figure.
2. Utiliser une épaisseur de circuit imprimé de 0,125 po +/-0,010 po. L'épaisseur du circuit imprimé n'est pas précisée dans la Spécification de base.
3. 24 connecteurs SMA femelle droits pour circuit imprimé (N° de pièce Molex 73251-1850, ou équivalent) sur la **face avant** du module PMXM, conformément à la section 2.3.3 du présent document. Liaisons : 6 des connecteurs sont reliés par 6 lignes asymétriques/symétriques<sup>1</sup> par MC3 au connecteur P1 de PMX\_IOC (côté A); d'une façon semblable, 6 des connecteurs sont reliés par 6 lignes asymétriques/symétriques par MC3 au connecteur P1 de PMX\_IOC (côté B).

<sup>1</sup> Comme on le verra, les lignes différentielles se trouveront dans les couches de la face arrière, tandis que les lignes asymétriques se trouveront dans les couches de la face avant.

6 des connecteurs sont reliés au module PMXM adjacent de gauche par MC1 et les 6 derniers connecteurs sont reliés au module PMXM adjacent de droite par MC3.

### 2.3.2 Empilage de la carte à circuit imprimé MEX4-PMXM

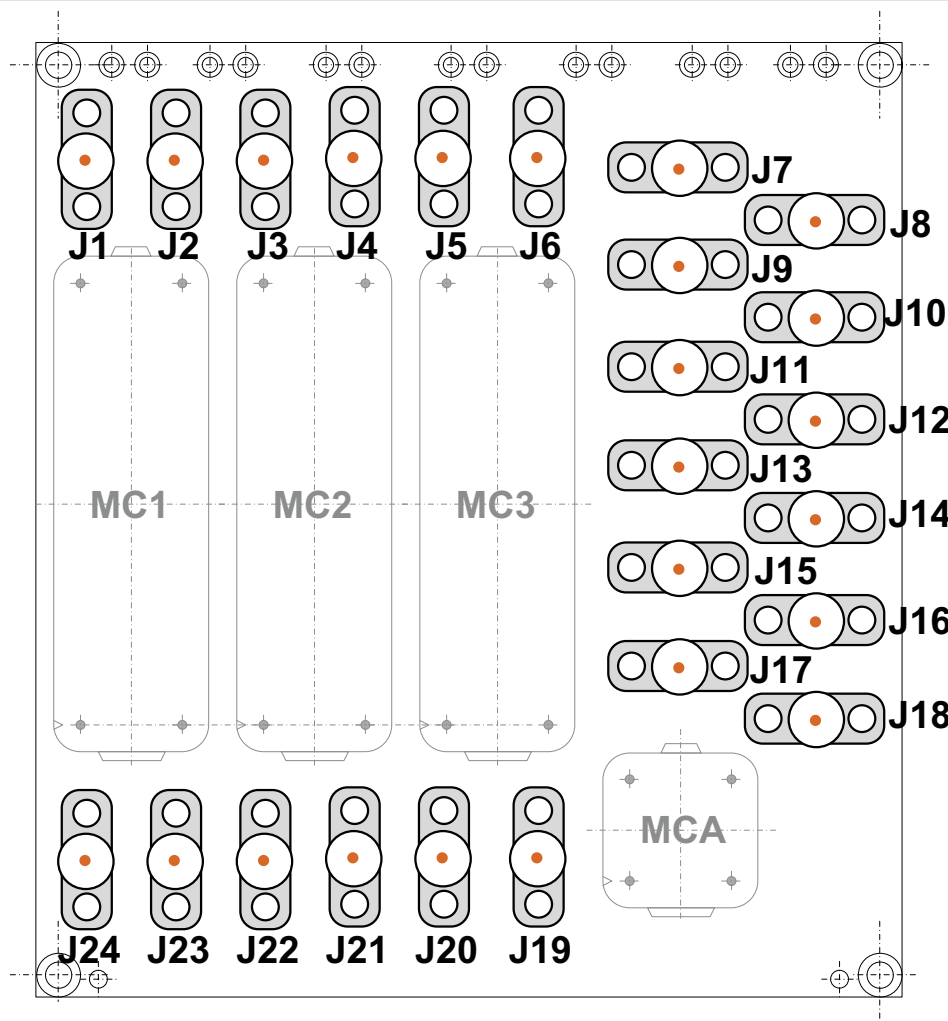
Le CNRC fournira des renseignements plus précis sur la géométrie des trous et des pastilles sous la forme d'un document complémentaire à cet ET.

5. 28 couches, 1/2 once par couche (à confirmer).
6. Empilage de la face avant à la face arrière : signal(1)-masse(2)- signal (3)-masse(4), ..., signal (13)-masse(14)-masse(15)- signal(16), ..., masse(27)- signal(28).
7. Épaisseur du circuit fini de 0,125 po +/- 0,010 po.

Le circuit à 28 couches final sera obtenu à partir de deux plaques de 14 couches qui sont l'image miroir l'une de l'autre, laminées et métallisées (au besoin).

### 2.3.3 Implantation du circuit imprimé MEX4-PMXM

Le tracé du circuit imprimé MEX4-PMXM comprend les trous, les connecteurs, les pastilles et les broches de la face arrière indiqués à la Figure 5-13 de la Spécification de base, ainsi que les 24 connecteurs SMA pour circuit imprimés (N° de pièce Molex : 73251-1850, ou l'équivalent) montés sur la face avant. La figure 2-4 ci-dessous illustre l'implantation de la face avant avec les connecteurs de la face arrière.



**Figure 2-4** Disposition du circuit imprimé, face avant, montrant également les connecteurs Meg-Array MC1-3 et MCA de la face arrière.

### 2.3.4 MEX4-PMXM PCB schematic and routing

Le CNRC fournira des renseignements plus détaillés sur la géométrie des trous métallisés et des pastilles dans un document complémentaire à cet ET. Pour le moment, un exemple du branchement et du tracé prévus est indiqué à la Figure 2-5 du présent document. On s'attend à ce que le circuit nécessite l'utilisation de trous métallisés multicouches, d'épargnes du cuivre autour des trous métallisés et l'enlèvement par perçage du tronçon inutilisé des trous métallisés ainsi que de microvias entre les couches 1-2, 1-3, 28-27 et 28-26 afin de faciliter l'étude des performances.

Le diagramme du MEX4-PMXM doit être établi selon les instructions suivantes, en tenant compte du fait qu'un petit nombre de liaisons sont établies avec les connecteurs d'essai SMA (par rapport à la Spécification de base) pour servir à l'essai et à la vérification de la performance des lignes de transmission asymétriques.

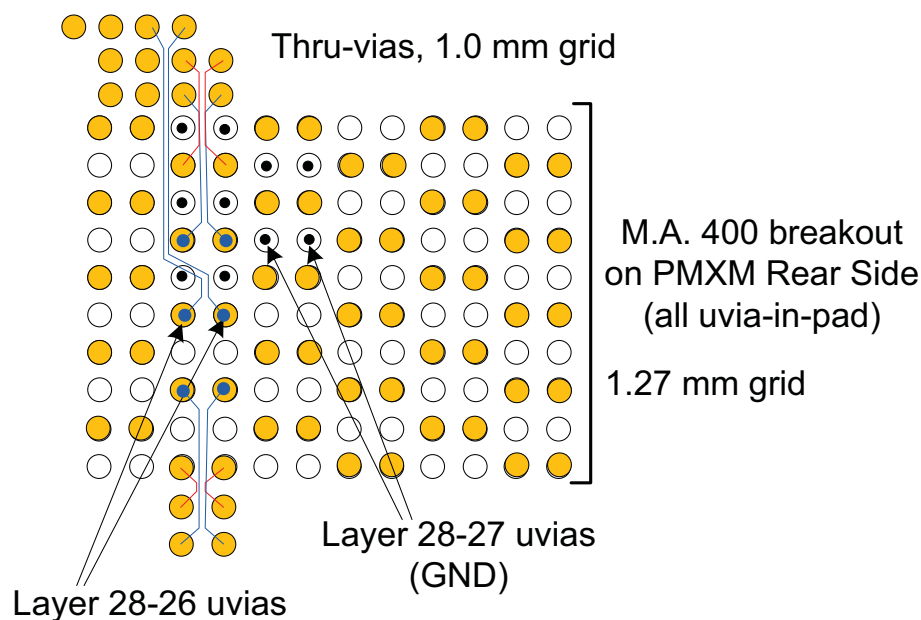
1. Dans tous les connecteurs (MC1-3, MCA) pour lesquels la Spécification de base (section 6.6.2.3 clause (30.)) prévoit des broches reliées à la masse, ces broches sont reliées/brasées au plan de masse de la couche 27 par des microvias dans les pastilles du BGA. Sauf indication contraire dans la présente section, toutes les autres broches des connecteurs Meg-Array sont brasées à des pastilles BGA de la couche 28.
2. Trous métallisés reliant les plans de masse des couches 1-28 des deux côtés des lignes de transmission à ruban asymétriques (et, le cas échéant symétriques) avec un espacement de 0.100 po (À confirmer).
3. Ensembles de liaisons à la masse par trous métallisés dans les couches 27-25 dans toutes les matrices de billes Meg-Array, disposées selon un quadrillage régulier le plus dense possible. Il faudra probablement alterner les microvias et les branchements selon le motif de la figure 2-5 ci-dessous. Ils pourraient être reliés à la couche 15, mais comme ils sont disposés selon une grille d'un pas de 1,27 mm, ils ne doivent pas toucher/chevaucher les trous des couches 1-14 disposés selon une grille d'un pas de 1 mm<sup>2</sup>.

(surface) Layer 28: signal

Layer 27: GND

Layer 26: signal

Layer 25: GND



**Figure 2-5 Exemple de tracé et de branchement prévu pour la face arrière.**

Anglais	Français
---------	----------

<sup>2</sup> Cette grille sert à raccorder le FPGA monté sur la face avant, qui ne fait cependant pas partie du prototype actuel.

(surface) Layer 28: signal	(surface) Couche 28 : signal
Layer 27 : GND	Couche 27 : Masse
Thru-vias, 1.0 mm grid	Trous métallisés sur une grille de 1,0 mm
M.A. breakout on PMXM Rear Side (all uvia-in-pad) 1.27 mm grid	Connexion des broches des connecteurs Meg-Array sur la face arrière du module PMXM (microvias dans toutes les pastilles) Grille d'un pas de 1,27 mm
Layer 28-26 uvias	Microvias reliant les couches 28-26
Layer 28-27 uvias (GND)	Microvias reliant les couches 28-27 (masse)

4. Relier les connecteurs J1-24 aux broches des connecteurs Meg-Array MC1-MC3 selon le tableau 2-3. Ces liaisons devraient être des lignes de transmission à ruban asymétriques de 50 ohms puisqu'elles sont reliées à des connecteurs SMA individuels. Le tableau indique à quel connecteur PMXM adjacent (gauche ou droite) et à quels connecteurs d'essai SMA des cartes MEX4-IOB chaque connecteur parmi J1-24 est relié.

**Tableau 2-3 Liaisons des connecteurs SMA de la carte MEX4-PMXM.**

Connecteur coaxial	Broche de connecteur Meg-Array	Signal (connecteur IOC coaxial)	Remarques
J1	MC1-AQ4	BL1[2]- (IOC J7)	Reliés aux connecteurs d'essai SMA de la carte MEX4-IOB du côté B
J2	MC1-AR4	BL1[2]+ (IOC J6)	
J3	MC1-AR6	BL1[1]+ (IOC J4)	
J4	MC1-AQ6	BL1[1]- (IOC J5)	
J5	MC1-AR8	BL1[0]+ (IOC J2)	
J6	MC1-AQ8	BL1[0]- (IOC J3)	
J7	MC3-K3	RL1[2]-	Relié à J13-14 du PXPM de droite
J8	MC3-J3	RL1[2]+	Relié à J15-16 du PXPM de droite
J9	MC3-H8	RL1[1]-	
J10	MC3-G8	RL1[1]+	Relié à J17-18 du PXPM de droite
J11	MC3-H10	RL1[0]-	
J12	MC3-G10	RL1[0]+	Relié à J7-8 du PXPM de gauche
J13	MC1-K9	LL1[2]-	
J14	MC1-J9	LL1[2]+	Relié à J9-10 du PXPM de gauche
J15	MC1-H2	LL1[1]-	
J16	MC1-G2	LL1[1]+	Relié à J11-12 du PXPM de gauche
J17	MC1-H4	LL1[0]-	
J18	MC1-G4	LL1[0]+	Reliés aux connecteurs d'essai SMA de la carte MEX4-IOB du côté A
J19	MC3-C8	AL1[2]+ (IOC J6)	
J20	MC3-D8	AL1[2]- (IOC J7)	
J21	MC3-C6	AL1[1]+ (IOC J4)	
J22	MC3-D6	AL1[1]- (IOC J5)	
J23	MC3-C4	AL1[0]+ (IOC J2)	
J24	MC3-D4	AL1[0]- (IOC J3)	

## 3 Tâches et réalisations attendues

### 3.1 Tâches

La liste des tâches du projet est la suivante :

1. Passer le présent ET en revue et obtenir les clarifications nécessaires auprès du CNRC.
2. Établir les schémas pour chacun des circuits imprimés (MEX4-MB, MEX4-IOB, MEX4-PMXM). Passer les schémas en revue avec le CNRC pour s'assurer qu'ils sont corrects.
3. Réaliser l'implantation et le tracé de chacun des circuits imprimés selon la section 2. Comme il a déjà été mentionné, des renseignements plus détaillés sur les trous métallisés, le tracé des pistes et l'empilage seront fournis par le CNRC. Il incombe toutefois au fournisseur de veiller à ce que l'empilage, la géométrie des trous métallisés et le tracé des circuits imprimés respectent les exigences relatives à l'impédance (50 ohms pour les lignes asymétriques; 100 ohms pour les lignes différentielles) nécessaires pour obtenir un débit d'au moins 20 Gbit/s<sup>3</sup>. Le fournisseur doit présenter les renseignements dans un format de tracé générique (p. ex. Gerber ou ODB – TBC) que le CNRC peut utiliser pour la vérification des performances du tracé. Une couche de sérigraphie doit être ajoutée sur la face avant et/ou arrière pour identifier les connecteurs de la Spécification de base et les connecteurs SMA de test (J\*) de l'ET.
4. Une fois le tracé approuvé par le CNRC, fabriquer, garnir et fournir les circuits imprimés selon les quantités suivantes :
  - a. MEX4-MB – Quantité = 1.
  - b. MEX4-IOB – Quantité = 8.
  - c. MEX4-PMXM – Quantité = 4.

Le fournisseur est responsable de tous les processus d'approvisionnement et de fabrication des composantes. Les circuits imprimés doivent subir les essais normaux pour les circuits nus. Les essais aux rayons X ne sont nécessaires qu'après l'étape de la refusion. Aucune alimentation ne sera reliée à ces circuits imprimés.

5. Fournir au CNRC les circuits imprimés selon les quantités indiqués.

### 3.2 Réalisations attendues

1. Diagrammes schématiques des trois circuits imprimés pour approbation par le CNRC, sous la forme de dessins en format pdf.
2. Diagrammes d'implantation et de tracé pour les trois circuits imprimés pour approbation par le CNRC, en format Gerber ou sous la forme de dessins extraits en format pdf.
3. Fichiers de tracé pour la vérification par le CNRC du tracé (voir le point 3 de la section 3.1) des lignes de transmission symétriques et asymétriques reliées aux connecteurs coaxiaux SMA de test.

---

<sup>3</sup> Les liaisons entre MEX4-MB J1-J8 et MEX4-IOB J1 seront testées jusqu'à 5 GHz.



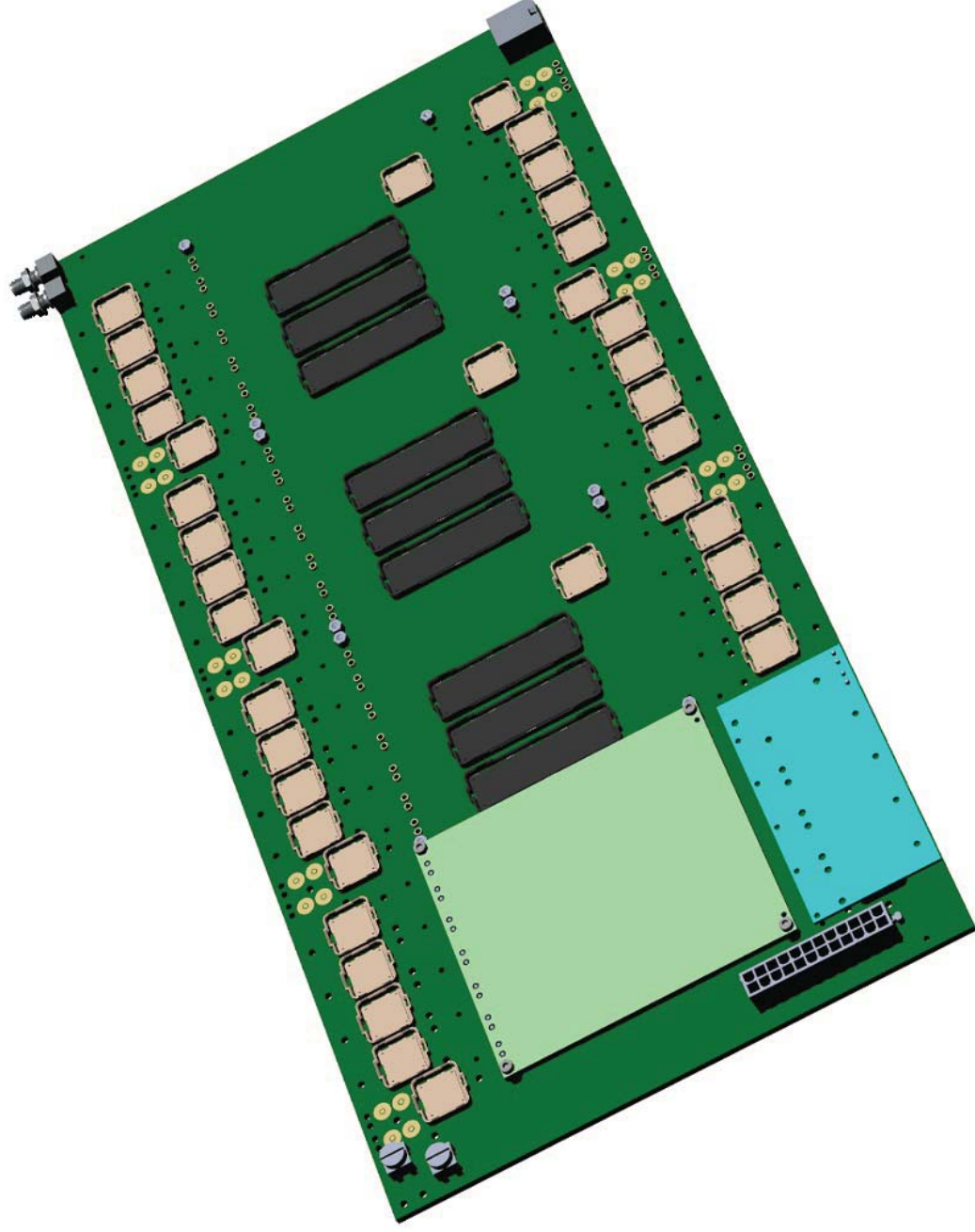
- 
4. Cartes à circuit imprimé équipées dans les quantités indiquées, prêtes pour le branchement par le CNRC et l'essai des performances réelles.
  5. Tous les documents de conception connexes, y compris les schémas, la nomenclature et les dessins d'assemblage ainsi que les dessins mécaniques (le cas échéant).

## **4 Documents de référence**

[1] PowerMX Base Specification, Version: Preliminary. Site Web : <http://www.powermx.org>

## **5 Annexe**

À titre d'information, la figure 5-1 illustre une représentation tridimensionnelle de la carte mère MEX4-MB avec un seul module enfichable MEX4-PMXM et un module enfichable MEX4-IOB (la dimension définie par la Note 1 de la Figure 5-10 de la Spécification de base est de 0). Aucun des connecteurs SMA d'essai n'est montré.



*Figure 5-1 Modèle tridimensionnel des cartes MEX4-MB, MEX4-PMXM, et MEX4-IOB (raccourcie). Les connecteurs SMA de test ne sont pas montrés.*

# P32S-64M-4GB

Module PMXM pour FPGA Altera Arria/Stratix-10

## ÉNONCÉ DES TRAVAUX

**Version : 1.1**

**Date : 14 avril 2014**

**Auteur : Brent Carlson**

**CONFIDENTIEL (CNRC) :** Le présent document contient des informations confidentielles qui sont la propriété du CNRC. L'utilisation et la divulgation de ces renseignements sont régies par l'entente de confidentialité liant le récipiendaire des renseignements et le Conseil national de recherches du Canada. Toute autre utilisation ou divulgation est interdite sans le consentement écrit d'un agent autorisé du Conseil national de recherches du Canada.



## Versions

Version	Date	Changements/remarques	Auteur
1.0	2014-02-04	Version initiale pour l'établissement du budget et le processus de demande d'achat.	B. Carlson
1.0	2014-02-10	Ajout des essais d'AQ de la Spécification de base à la Phase 2.	B. Carlson
1.1	2014-04-14	Inclure seulement les schémas, l'implantation, le tracé et l'analyse de coûts dans l'ET.	B. Carlson

---

## **Table des matières**

1	Introduction .....	5
2	Tâches et produits livrables .....	5
2.1	Tâches .....	5
2.2	Résultats attendus .....	6
3	Références .....	6



---

## Liste des figures

## Liste des tableaux



## Définitions, acronymes, abréviations

La plupart des définitions et des acronymes sont donnés dans le document *PowerMX Base Specification* [1] et la Spécification de conception [2].

## 1 Introduction

Le présent document constitue l'énoncé des travaux pour le projet de module enfichable mezzanine PMXM PowerMX « P32S-64M-4GB » (ci-après désigné par le code « **P32S** »). Voir la Spécification de conception P32S [2] pour obtenir des renseignements détaillés sur les exigences et la conception.

**Pour bien comprendre ce document, il est essentiel de lire et de comprendre les parties pertinentes du document *PowerMX Base Specification* [1] afin de saisir l'étendue des travaux définis et l'effort nécessaire pour les réaliser.**

Le présent EDT ne comporte qu'une seule phase, qui est la suivante :

- Conception, implantation, tracé et analyse des coûts du circuit imprimé P32S. Cette phase comprend le développement du matériel jusqu'au point où la fabrication d'un prototype est possible ainsi que l'analyse des coûts de réalisation du prototype et de la production. Le CNRC fournira les renseignements sur le matériau, l'empilage et la géométrie des rubans et trous métallisés (pour les canaux serdes rapides) nécessaires pour mener à bien la conception du circuit imprimé. Le CNRC fera l'analyse de l'intégrité du signal après le tracé des canaux SERDES et de toutes les autres pistes pour vérifier les performances avant la fabrication du prototype.

Aux termes du présent ET, le CNRC paiera l'ensemble des services d'ingénierie et d'essai et sera entièrement propriétaire du produit par la suite, y compris tous les schémas, les fichiers de tracé et toute autre information connexe.

## 2 Tâches et produits livrables

La présente section définit les tâches et les produits livrables pour le présent ET.

### 2.1 Tâches

1. Analyser le circuit au moyen de la Spécification de conception [2], de la Spécification de base [1], et de l'information sur le substrat, l'empilage, les trous et les pistes des circuits imprimés. Travailler itérativement avec le CNRC pour veiller à ce que les exigences du projet sont bien comprises et suffisamment définies. Au besoin, mettre à jour la Spécification de conception pour tenir compte des changements.
2. Établir le calendrier et le budget des travaux de la phase 1. Présenter au CNRC des rapports mensuels sur l'avancement des travaux par rapport au calendrier et au budget prévus.
3. Mettre au point les schémas. Passer en revue les schémas ainsi que la stratégie d'implantation et de tracé avec le CNRC. Obtenir l'approbation du CNRC avant de procéder plus avant.
4. Établir et présenter au CNRC un rapport d'analyse préliminaire des coûts clé en main pour des quantités de 10, 100 et 1000 cartes.
5. Procéder à l'implantation et au tracé de la carte jusqu'à l'obtention du tracé final :

- a. Travailler itérativement avec le CNRC pour ce qui est de l'empilage, du substrat et du choix des composantes selon les besoins pour répondre à la Spécification de conception.
- b. Procéder à toutes les vérifications du respect des règles de dessin et aux analyses de conception en fonction de la fabrication et des tests.
- c. Rédiger un rapport décrivant la conception du circuit imprimé.
- d. Fournir les schémas et les fichiers de conception du circuit imprimé au CNRC en vue de l'analyse et de la vérification du tracé par simulation.
- e. Mettre au point les directives d'assemblage, les nomenclatures et les dessins d'assemblage du prototype prêts à la fabrication du prototype.

À la fin de cette tâche, la conception et la documentation sont prêtes pour la fabrication du prototype.

## **2.2 Résultats attendus**

1. Spécification de conception et énoncé des travaux mis à jour, approuvés par le CNRC. Il s'agit du plan de ce qu'il faut réaliser avant le début des travaux.
2. Calendrier et budget. Rapports mensuels sur l'avancement des travaux par rapport au calendrier et au budget prévus.
3. Stratégie d'implantation et de tracé passée en revue par le CNRC avant l'étape de l'implantation et du tracé.
4. Rapport d'analyse de coût clé en main pour des quantités de 10, 100 et 1000 cartes.
5. Information sur la carte une fois l'implantation et le tracé terminés, dans un format à déterminer, en vue de l'analyse de l'intégrité du signal par le CNRC.
6. Rapport sur la vérification du respect des règles de dessin du circuit imprimé.
7. Rapport sur la conception adaptée à la fabrication du circuit imprimé.
8. Rapport sur la conception adaptée aux essais du circuit imprimé.
9. Schémas, fichiers de conception/fabrication du circuit imprimé, directives d'assemblage, nomenclatures, dessins d'assemblage et tout autre fichier pertinent de la « trousse de fabrication » de la carte P32S.

## **3 Références**

[1] PowerMX Base Specification, Version: Preliminary. Site Web : <http://www.powermx.org>

[2] Spécification de conception P32S-64M-4GB, Version : 1.1, 2014-04-14.





# P32S-64M-4GB

## Module PMXM PowerMX

### Spécification de conception

**Version : 1.1**

**Date : 14 avril 2014**

**Auteur : Brent Carlson**

**CONFIDENTIEL (CNRC) :** Le présent document contient des informations confidentielles qui sont la propriété du CNRC. L'utilisation et la divulgation de ces renseignements sont régies par l'entente de confidentialité liant le récipiendaire des renseignements et le Conseil national de recherches du Canada. Toute autre utilisation ou divulgation est interdite sans le consentement écrit d'un agent autorisé du Conseil national de recherches du Canada.



## Versions

Version	Date	Changement/remarques	Auteur
1.0	2014-02-04	Version intégrale originale	B. Carlson
1.1	2014-04-14	Ajout d'un lien vers le document <i>Base Specification</i> (Spécification de base). Suppression de l'exigence relative à des trous de montage pour un dissipateur de chaleur à ventilateur du commerce.	B. Carlson

## Table des matières

1	Introduction .....	6
2	Survol du produit .....	7
3	Exigences.....	11
3.1	Exigences fonctionnelles.....	11
3.2	Performance Requirements.....	13
3.3	Other Requirements .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4	PCB Layout and Routing Considerations.....	14
5	References .....	16

---

## Liste des figures

Figure 2-1 P32S-64M-4GB: 10AX900U1F45E2SG “standard device” block diagram.....	9
Figure 4-1 Notional PCB layout showing only the 45x45 mm FPGA and 31x31 mm HMC devices. ....	15

## Liste des tableaux



---

## Définitions, acronymes, abréviations

La plupart des définitions et des acronymes sont donnés dans le document *PowerMX Base Specification* [1].

CDR – extraction de données et d’horloge (*clock and data recovery*)

EEPROM – mémoire morte effaçable et programmable électriquement

JTAG – *Joint Test Action Group*. Norme de signalisation pour l’essai de la connectivité des circuits imprimés et la programmation de dispositifs comme les EEPROM. L’interface sert également aux communications de supervision interne avec divers dispositifs.

serdes – sérialiseur-désérialiseur

UCT – unité centrale de traitement

## 1 Introduction

Le présent document contient les principales exigences relatives au « P32S-64M-4GB », une carte PowerMX PMXM enfichable munie d'un circuit intégré prédiffusé programmable (FPGA) Altera Arria GX FPGA (compatible du point de vue de l'empreinte et de la migration avec les FPGA Arria GT et Stratix-10), et un dispositif de mémoire HMC (*Hybrid Memory Cube*, un type de mémoire cubique) à 4 liaisons de 4 Go (ou 2 Go). Il fait largement référence au document *PowerMX Base Specification* [1] (ci-après la « Spécification de base »). **Pour bien comprendre le présent document, il est essentiel de lire et comprendre la Spécification de base dans son ensemble afin d'avoir une idée complète du produit.**

Le présent document est un document de travail visant à servir de point de départ pour la conception détaillée. La conception a été étoffée dans la mesure du possible; le travail de conception détaillé sera fait à partir de cette spécification et mènera à la fabrication de prototypes et de prototypes de préproduction.

## 2 Survol du produit

La carte P32S-64M-4GB est un module enfichable mezzanine PMXM PowerMX muni d'un FPGA à 96 lignes serdes (sérialiseur-désérialiseur), une mémoire cubique hybride à 4 liaisons de 4 Go, et les circuits connexes. Les principales caractéristiques du module sont les suivantes :

1. FGPA Altera Arria 10AX900U1F45E2SG (FPGA ordinaire<sup>1</sup>). Ce FPGA contient 900 000 éléments logiques équivalents, 3036 multiplicateurs 18 x 19, 48 Mbits de mémoire vive sous la forme de blocs de mémoire vive statique intégrés (M20K) et 96 émetteurs-récepteurs serdes 17,4 Gbit/s. Il est fabriqué au moyen d'un procédé CMOS 20 nm CMOS dans un boîtier matriciel à bille (BGA) de 45 x 45 mm à 1932 broches et il est compatible du point de vue de l'empreinte et de la migration avec les FPGA Arria GX1150, GT900<sup>2</sup> et GT1150 ainsi qu'avec le Stratix-10 14 nm FinFET.
2. Mémoire dynamique 4-link 4 Go Micron HMC (MT43A4G80100NFH-S15:A). Ce dispositif se trouve dans un boîtier BGA 31 mm, et est relié au FPGA Arria par 64 serdes 15G, pour une bande passante combinée brute de 160 Go/s, avec une capacité ultime de 240 Go/s<sup>3</sup>.
3. 32 entrées serdes de P1-P4 du côté A et 32 sorties SERDES à P4-P1 du côté B, pour permettre de raccorder des cartes mères au moyen de liaisons carte à carte. 16 des lignes serdes (« LR » dans la Figure 2-1) d'entrée et de sortie ont une empreinte compatible avec les émetteurs-récepteurs GT 28 Gbit/s de façon à ménager une option d'amélioration du débit d'entrée-sortie.
4. Une mémoire DDR3L de 8 Gbit (512k x 16) (Micron MT41K512M16-187E) à 1066 MHz (soit 1066 mégatransferts/s—jusqu'à 2 Go/s) permettant l'utilisation d'une unité centrale de traitement (UCT) logicielle dans le FPGA et pouvant servir de mémoire tampon complémentaire pour le HMC.
5. Mémoire vive statique de 36 Mbit (2M x 18) QDRII+ Extreme (Cypress CY7C1263XV18) cadencée à 633 MHz pour fournir 36 Mbit de mémoire statique supplémentaire, les données étant transmises entre la mémoire et le FPGA à 1266 MHz.
6. EEPROM de démarrage pour l'UCT logicielle.
7. Dispositifs de configuration de FPGA EPCQ-L, assez grand pour contenir deux images de démarrage complètes pour le plus grand FPGA qui peut être installé dans l'empreinte. Ces dispositifs sont configurés par le port JTAG MC2, en mode d'écriture immédiate au FPGA.
8. Deux dispositifs d'extraction de données et d'horloge (CDR) Micrel SY87701 à asservissement en phase permettant de synchroniser les opérations internes du FPGA à un signal d'horloge externe pouvant contenir des informations de cadencement intégrés. Ces dispositifs fonctionnent sur une plage de fréquences de 32 MHz à 1250 MHz (32 Mbit/s à 1,25 Gbit/s).
9. Oscillateur asservi en phase ZL30160 servant à fournir au FPGA des signaux d'horloge serdes de référence à partir d'une source externe par l'entremise du FPGA, d'un oscillateur local de référence de 24,576 MHz ou d'une des sources d'horloge des CDR.

<sup>1</sup> Il s'agit de variantes du FPGA — voir Tableau 2-1.

<sup>2</sup> Ce qui permet de faire passer 16 E/S serdes à 28 Gbit/s.

<sup>3</sup> Selon la spécification V1.0 de la mémoire HMC.

10. Oscillateur local de 125 MHz relié directement.
11. Bus I2C PowerMX du connecteur MC2 et lignes MCTx/Rx du connecteur MC2, conformément à la Spécification de base PowerMX.
12. Liaisons auxiliaires MC3 A, MC3 B (A\_aTx/Rx, B\_aTx/Rx) et MCA A\_CK\* au connecteur APMX permettant la transmission de signaux de données et d'horloge auxiliaire aux connecteurs APMX de la carte mère.
13. Horloges MCA: axCKi/o auxiliaire permettant au module d'être la source ou le récepteur de ces signaux d'horloge de carte mère. Comme les signaux MC2: MCTx/Rx ne sont pas transmis aux canaux CDR serdes du FPGA, ces signaux d'horloge permettraient de synchroniser ces lignes à des horloges externes fournies par la carte mère.
14. EEPROM à un fil de 4 kbit, conformément aux exigences obligatoires de la Spécification de base.

Les noms complets des modules correspondent à la variante du FPGA installée sur la carte. Il peut s'agir de versions plus ou moins rapides d'un même FPGA ou encore d'un FPGA différent. Ces variantes sont indiquées dans le nom du module en accolant le code de produit particulier du FPGA au nom de base du produit. Le nom de base du produit indique également la version de la mémoire HMC utilisée.

Le format des codes de produit est le suivant :

**P32S-64M-<2/4>GB: <Code de produit du FPGA >**

Le Tableau 2-1 contient quelques exemples :

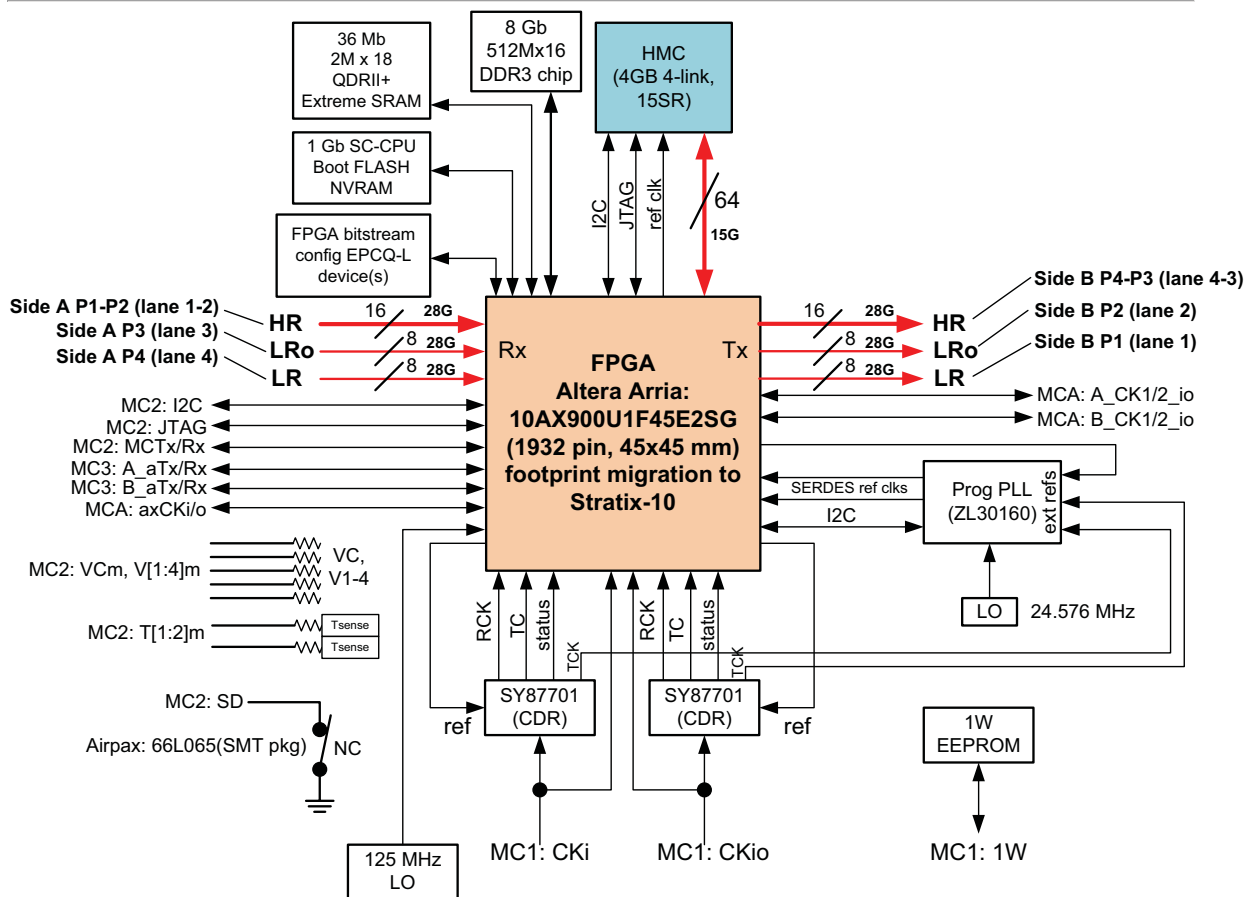
**Tableau 2-1 Noms des modules en fonction du FPGA utilisé.**

Code de module	Description
P32S-64M-4GB: 10AX900U1F45E2SG	4GB HMC; Arria GX 900, 96 serdes, émetteurs-récepteurs les plus rapides, plage de température de fonctionnement étendue, matrice FPGA à vitesse moyenne, alimentation normale, RoHS6. <b>Il s'agit du FPGA de base.</b>
P32S-64M-2GB: 10AT115U1F45I1SG	2GB HMC, Arria GT 1150, 96 serdes, émetteurs-récepteurs les plus rapides (16 à 28 Gbit/s), plage de température de fonctionnement industrielle, matrice FPGA la plus rapide, alimentation normale, RoHS6.
P32S-64M-4GB: <code de produit Stratix-10>	À déterminer.

Voir la documentation d'Altera au [www.altera.com](http://www.altera.com) pour plus de renseignements sur la compatibilité de migration avec le FPGA Arria de base

La Figure 2-1 est un schéma fonctionnel de la carte avec le FPGA de base GX900.





**P32S-64M-4GB: 10AX900U1F45E2SG**

**Figure 2-1 P32S-64M-4GB : Diagramme schématique du module 10AX900U1F45E2SG à « FPGA de base ».**

Anglais	Français
36 Mb 2M x 18 QDRII+ Extreme SRAM	Mémoire vive statique de 36 Mbit (2M x 18 QDRII+ Extreme)
8 Gb 512Mx16 DD3 chip	Mémoire vive DD3 de 8 Gbit (512Mx16)
HMC (4GB 4-link 15SR)	Mémoire HMC (4 Go, 4 liaisons, 15SR)
1 Gb SC-CPU Boot FLASH NVRAM	Mémoire flash de démarrage pour UCT logicielle de 1 Gbit

FPGA bitstream config EPCQ-L device(s)	Dispositif(s) de configuration EPCQ-L à train binaire pour FPGA
Side	Côté
Lane	Ligne
FPGA Altera Arria : 10AX900U1F45E2SG (1932 pin, 45x45 mm) footprint migration to Stratix-10	FPGA Altera Arria : 10AX900U1F45E2SG (1932 broches, 45 mm x 45 mm) empreinte permettant la migration à un FPGA Stratix-10
LO	Oscillateur local
SMT pkg	Boîtier à montage en surface
ref clk	Horloge de référence
status	État

Le tracé de la carte PMXM n’a pas encore été mis au point, mais normalement le FPGA, HMC, et la plupart des composantes fonctionnelles sont montés sur la face avant (voir Figure 5-9 de la Spécification de base), avec les connecteurs et les éléments connexes montés sur la face arrière au besoin.

### 3 Exigences

La présente section définit des exigences sur le produit aussi détaillées que possible à cette étape de définition du produit, qui devront être raffinées aux étapes ultérieures. Dans toutes les exigences suivantes, le terme, « Spécification de base » renvoie au document [1], intitulé *PowerMX Base Specification*. Sauf indication contraire, les références à des sections, tableaux et figures dans la présente section renvoient à la Spécification de base.

#### 3.1 Exigences fonctionnelles

1. Toutes les exigences obligatoires de la Spécification de base relatives au module enfichable PMXM (exigences physiques, électriques et fonctionnelles, exigences relatives à la fiabilité, aux performances, à l'assurance de la qualité) s'appliquent, sauf indication contraire dans le présent document. Inclure le connecteur MCA et raccordement au FPGA conformément à la Figure 2-1 de la présente spécification.
2. Empreinte du FPGA Altera Arria 10AX900U1F45E2SG de 45 x 45 mm, avec les aménagements nécessaires pour assurer la compatibilité de l'empreinte avec tous les FPGA Arria et Stratix-10 d'Altera selon les définitions de la documentation d'Altera au [www.altera.com](http://www.altera.com).
3. Mémoire HMC à 4 liens, débit de 15 Gbit/s par lignes (paire serdes), nécessitant 64 émetteurs-récepteurs serdes dans le FPGA. La configuration des broches, l'empreinte, la fonctionnalité et la performance doivent être conformes à la spécification HMC V1.0 [2] SR (ou USR si cette option est préférable/applicable, car le FPGA et le HMC sont sur la même carte, dans la mesure où les exigences relatives à la migration à un autre FPGA sont respectées.) La mémoire suggérée est la mémoire Micron MT43A4G80100NFH-S15:A.
4. 96 liaisons serdes, comme l'illustre la Figure 2-1, ce qui signifie :
  - a. Les entrées et sorties **HR** sont attribuées aux groupes d'émetteurs-récepteurs serdes GXBL1H, GXBL1G, GXBL1F et GXBL1E. Ces entrées-sorties doivent utiliser les canaux CH0, CH1, CH3 et CH4 de ces groupes. Les entrées sont reliées aux connecteurs P1 et P2 du côté A (lignes 1-2), avec 8 paires par connecteur. Il doit s'agir des mêmes 8 paires dans chaque connecteur P1, P2 (PMX12). Les sorties des émetteurs-récepteurs sont reliées d'une façon analogue aux paires P4-P3, chaque émetteur étant relié aux paires correspondantes à celle du récepteur relié au connecteur PMX12.
  - b. Dans les FPGA Arria GT, les entrées et sorties **LRO** sont des émetteurs-récepteurs non utilisables dans les groupes susmentionnés lorsque les émetteurs-récepteurs fonctionnent en mode GT. Il s'agit des émetteurs-récepteurs des canaux CH2 et CH5. Exigences similaires pour le raccordement des émetteurs aux paires des connecteurs PMX12 des côtés A et B.
  - c. Les entrées et sorties **LR** utilisent des émetteurs-récepteurs GX normaux. Exigences similaires relativement aux liaisons entre les émetteurs-récepteurs et les connecteurs PMX12.
  - d. **64** émetteurs-récepteurs reliés aux liaisons HMC.

5. Mémoire de 8 Gbit (512k x 16) DDR3L raccordée au FPGA; numéro de pièce suggéré : Micron MT41K512M16-187E.
6. Mémoire vive statique de 36 Mbit (2M x 18) QDRII+ Extreme raccordée au FPGA; numéro de pièce suggéré : Cypress CY7C1263XV18.
7. Mémoire flash de démarrage pour l'unité centrale de traitement (UCT) logicielle pouvant être écrite/mise à jour par le FPGA. Capacité d'au moins 1 Gbit en configuration x16. Numéro de pièce suggéré : Numonyx PC28F00AP30TF. Cette mémoire flash est indépendante de la mémoire de train binaire du FPGA. Le train binaire du FPGA démarre en premier. Ensuite, si une unité centrale de traitement est présente, elle lance le système d'exploitation à partir de cette mémoire.
8. Mémoire de démarrage EPCQ-L à train binaire pour FPGA dans une configuration permettant le démarrage de deux trains binaires complets et indépendants, avec une capacité suffisante pour tous les FPGA dont l'empreinte est compatible avec le FPGA de base Arria GX 900, y compris les FPGA Stratix-10. Utiliser une configuration AS (*Active Serial* – série active) x 4, avec écriture immédiate de la mémoire de démarrage à partir du bus MC2:JTAG (provenant des circuits SMC hôtes de la carte mère). Une fois la mémoire configurée, le FPGA démarre à partir de la mémoire; il est possible de le faire changer d'image de démarrage et de redémarrer à partir de la carte mère, soit par l'entremise du bus MC2:I2C ou de la liaison Ethernet Gigabit MC2:MCTx/Rx.
9. Deux dispositifs Micrel SY87701 raccordés comme sur la Figure 2-1 :
  - a. Les broches MC1:CKi et MC1:CKio sont reliées à chaque dispositif Micrel et sont raccordées directement aux broches d'horloge globale du FPGA.
  - b. Sorties du signal d'horloge (CK) et du signal de données (TC) extraits du SY87701 raccordées au FPGA. La sortie CK est raccordée aux entrées d'horloge globale.
  - c. Broches de sortie d'horloge du FPGA reliées aux entrées de référence des SY87701.
  - d. Les sorties TCK des SY87701 sont de plus raccordées aux entrées de référence de l'oscillateur programmable Zarlink, de sorte que ces signaux horloges extraits puissent servir d'horloge de référence de haute précision pour le FPGA.
10. Oscillateur local de 125 MHz +/-50 ppm à faible gigue<sup>4</sup> relié à une entrée d'horloge globale du FPGA. Il est suggéré d'utiliser un oscillateur microélectromécanique pour obtenir la meilleure performance possible.
11. Oscillateur programmable ZL30160 de Zarlink et oscillateur local à faible gigue de 24,576 MHz +/-50 ppm, avec des sorties d'horloge à déterminer reliées aux entrées d'horloge globale du FPGA et aux entrées d'horloge de référence serdes du FPGA. Il est suggéré d'utiliser un oscillateur microélectromécanique pour obtenir la meilleure performance possible. Le nombre de signaux d'horloge de sortie du ZL30160 nécessaires et les entrées d'horloge de référence serdes du FPGA auxquels ces signaux doivent être envoyés restent à déterminer. Le signal d'horloge du FPGA et les signaux TCK des SY87701 sont reliés aux entrées de référence de l'oscillateur Zarlink. L'oscillateur Zarlink est relié au FPGA par l'entremise d'un bus I2C pour permettre au FPGA de le programmer.

<sup>4</sup> Pour permettre l'utilisation de toutes les vitesses de serdes possibles, jusqu'à 28 Gbit/s (inclusivement).

12. EEPROM à un fil de 4 kbit, pour répondre aux exigences obligatoire de la Spécification de base. Cette mémoire est raccordée par un fil à la broche MC1:1W. Une méthode d'accès permettant de programmer cette mémoire lorsque le module n'est pas branché à une carte mère ni raccordé à une alimentation doit être prévue. Cette mémoire doit contenir les renseignements sur le module P32S-64M-4GB prévus par la Spécification de base. Le champ <module\_product\_name> doit contenir le nom du module défini à la section 2 et au Tableau 2-1 de la présente spécification ainsi que le numéro de version et le nom du fabricant. Le CNRC fournira au fabricant les renseignements précis que ce dernier doit inscrire dans la mémoire EEPROM.
13. Liaison JTAG directe du FPGA au connecteur MC2 et chaînage JTAG de tous les autres dispositifs de la carte qui ont une interface JTAG (test périphérique).
14. Circuits de surveillance des tensions VC et V1-4 conformes à la Spécification de base Specification.
15. Circuits de surveillance de la température T[1:2]m conformes à la Spécification de base. Un des capteurs doit être étroitement couplé thermiquement<sup>5</sup> au FPGA; un autre doit être thermiquement couplé au circuit imprimé de façon à donner la température de celui-ci.
16. Protection thermique contre les surcharges au moyen de la broche SD conformément à la Spécification de base et au circuit illustré à la Figure 2-1. Le dispositif de protection thermique Airpax devrait être monté sur le circuit imprimé de façon à être thermiquement couplé le plus étroitement possible au FPGA, car il forme le moyen de protection de dernier recours contre la surchauffe du circuit imprimé.
17. Au besoin, alimentation supplémentaire obtenue à partir de V4 si la tension nécessaire n'est pas fournie par VC ou V1-V4.

## 3.2 Exigences relatives aux performances

1. Toutes les lignes de transmission de données HR, LRo, et LR d'entrée et de sortie du circuit imprimé doivent être conçues et vérifiées (par l'entremise d'une modélisation de l'intégrité du signal après le tracé) pour un fonctionnement à 28G/paire, car ce débit pourra être obtenu avec un FPGA Stratix-10.
2. Les 64 émetteurs-récepteurs reliés à la mémoire HMC doivent être conçus et vérifiés pour un fonctionnement à 15G/paire.
3. La conception et le tracé du circuit imprimé doivent respecter toutes les exigences relatives à la vitesse, aux alimentations et au bruit du FPGA et des dispositifs connexes. Les trajets de réaction pour les alimentations V1-V4 et V2 doivent être tracés de façon que les exigences relatives aux tensions soient respectées.

## 3.3 Autres exigences

1. Tous les dispositifs dégageant une chaleur importante doivent être placés sur la face avant du circuit imprimé. Les autres composantes peuvent être montées sur la face arrière; il faut

<sup>5</sup> Il est possible de monter directement le capteur sur le FPGA, mais l'utilisation d'un capteur à montage en surface installé aussi près que possible du FPGA pourrait suffire.

cependant tenir compte des restrictions de la hauteur maximale des composantes de la face arrière prévues dans la Spécification de base.

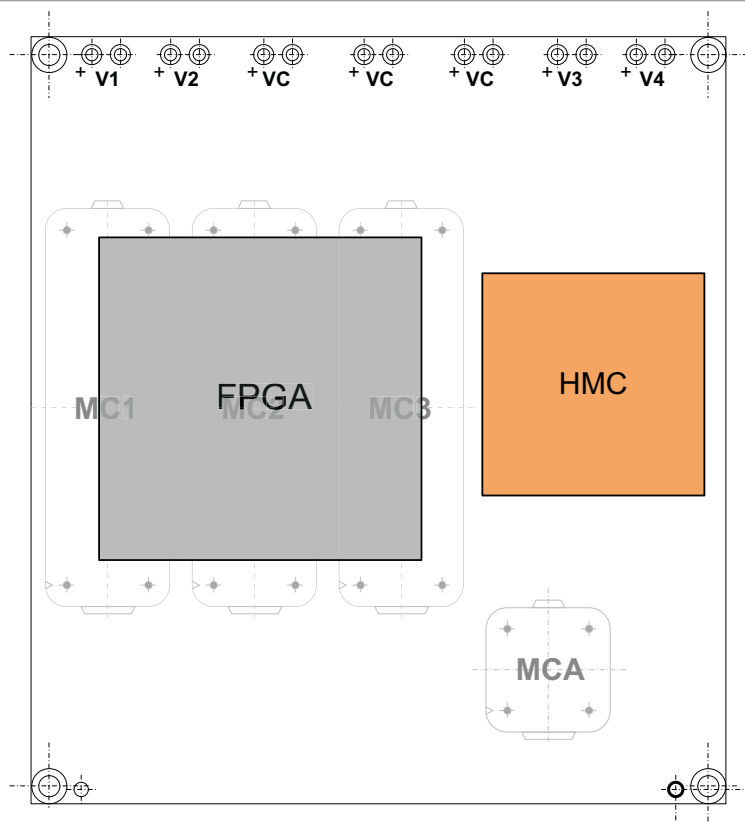
## **4 Questions liées à l'implantation et au tracé du circuit imprimé**

La figure Figure 4-1 donne une vue conceptuelle du circuit imprimé avec le FPGA et la mémoire HMC.

Le circuit imprimé devrait utiliser les technologies et les pistes suivantes pour répondre aux exigences relatives aux performances :

1. Matériau Megtron-6.
2. Trous borgnes et trous enterrés et enlèvement par perçage du tronçon inutilisé du fût avec une tolérance de 0,0005 po.
3. Épargne du cuivre autour des trous métallisés.
4. Enlèvement de toutes les pastilles de trou non fonctionnelles dans les couches ne comportant aucune piste.
5. Microvias multicouches.

Les essais d'intégrité du signal du CNRC indiquent que les performances voulues peuvent être obtenues par l'utilisation d'une conception et de matériaux adaptés. Les plans d'alimentation devront être placés avec soins pour éviter qu'ils ne soient directement adjacents aux couches de transmission aux plus hautes vitesses. Il est fort probable que les tensions V1-V4 et VC soient filtrées par un filtre passe-bas; d'ailleurs, la Spécification de base comporte déjà des exigences strictes sur la qualité de ces tensions.



**Figure 4-1** Vue conceptuelle de l'implantation du circuit imprimé ne montrant que le FPGA de 45 mm x 45 mm et la mémoire HMC de 31 mm x 31 mm.

---

## 5 Références

[1] PowerMX Base Specification, Version: Preliminary. Site Web : <http://www.powermx.org>

[2] Hybrid Memory Cube Specification 1.0.





**ANNEXE D - BASE DE PAIEMENT**

<b>Élément</b>	<b>Description</b>	<b>Prix ferme \$ CA</b>	<b>Date de livraison</b>
1	<p>Prix ferme global pour les travaux du projet <b>MEX 4, conformément à l'énoncé des travaux MEX4</b></p> <p>Le projet MEX4 a pour but la fabrication de modèles physiques représentatifs de la carte maîtresse PowerMX 4, du module PMXM et du PMX_IOC monolithique, y compris des échantillons électriques. Chaque élément sera fabriqué conformément à la spécification de base, selon la description plus détaillée donnée dans la partie sur la fabrication du produit.</p>	\$	
2	<p>Prix ferme global pour les travaux du projet <b>P32S, conformément à l'énoncé des travaux P32S-64M-4GB</b></p> <p><u>Conception des CI, topologie, routage et analyse de coût du P32S.</u> Comprend la conception évolutive du matériel jusqu'au prototypage, la fabrication du prototype et l'analyse des coûts de production. Le CNRC fournira l'information sur le matériau des CI, les assemblages et la géométrie des traces/vias (pour les canaux SERDES à haute vitesse) essentiels à la conception de la carte. Le CNRC analysera l'intégrité du signal des canaux SERDES et des autres traces après leur mise en place pour en vérifier la performance avant la fabrication du prototype.</p> <p><u>Phases subséquentes du projet P32S : à titre d'information seulement à ce stade</u> Le CNRC pourrait vouloir modifier le marché éventuellement conclu avec le maître d'œuvre dont la proposition pour le projet P32S a été retenue afin d'y inclure les phases supplémentaires indiquées ci-dessous, à la discrétion du Canada. Le Canada pourrait aussi lancer un appel d'offres par voie de concours pour le travail des deuxième et troisième phases.</p> <p>Phase 2 : fabrication et essai du prototype Phase 3 : itération de la conception, fabrication d'un nouveau prototype, fabrication antérieure à la production.</p>	\$	