

Toujours plus de performances : la troisième vague de modules processeurs COM arrive

Après les formats ETX/XTX et COM Express, l'industrie du Computer-on-Module (COM) est sur le point de lancer une vague de produits dotés d'une nouvelle classe de performances. Appelé COM-HPC, ce nouveau format est en passe d'être certifié PICMG par des sociétés telles que Congatec. Avec un domaine d'application majeur qu'est l'échange de données en temps réel ultra-rapide grâce au déploiement des réseaux 5G.

En constante évolution depuis leur arrivée sur le marché au début des années 1990 (figure 1), les Computer-on-Modules (COM) se sont imposés comme principe de conception le plus important pour les systèmes informatiques embarqués au cours des nombreuses années d'existence du concept de « module processeur ». Des études comme celles de la société IHS Markit prévoient que les COM représenteront environ 38% des ventes totales de cartes, modules et systèmes de traitement embarqué en 2020.

Les premiers modules sont apparus au début des années 1990, lorsque Hans Mühlbauer – alors propriétaire de la société allemande JUMPtec et toujours impliqué dans les activités de Congatec aujourd'hui – a présenté les modules ModulAT bâtis sur le bus, alors populaire, AT/ISA96. Ils étaient équipés d'un CPU Intel 80C88 à 9,54 MHz et d'une mémoire DRAM de 640 Ko (photo A). L'objectif était de rendre la technologie PC adaptée à un usage industriel. A l'époque, les PC industriels se présentaient principalement sous forme de systèmes en rack 19 pouces. Un ordinateur industriel sur une carte de 100x160mm seulement, c'était du jamais vu. Le module était doté de 120 broches du même côté que le CPU et les composants électroniques; les processeurs n'avaient évidemment pas besoin d'une gestion thermique complexe à l'époque. L'objectif de ces premiers modules était d'éviter de mettre toutes les fonctions sur une seule carte afin d'amortir les cycles d'innovation rapides du

AUTEUR



Dan Demers,
directeur ventes
et marketing
Amériques,
Congatec.

CPU. A l'époque en effet, Intel et AMD lançaient de nouveaux CPU tous les six mois. Comme on n'était pas sûr de savoir pendant combien de temps les anciens CPU seraient disponibles, il était nécessaire d'assurer la disponibilité à long terme requise grâce aux modules. Bien entendu, cette évolutivité a également permis de créer de multiples variantes en termes de performances. Un autre argument important était de réduire la complexité de la conception des cartes d'entrées/sorties. En règle générale, les E/S nécessitent beaucoup moins de couches sur le circuit imprimé, ce qui réduit le coût de conception des cartes. La manière de réduire la consommation d'énergie et

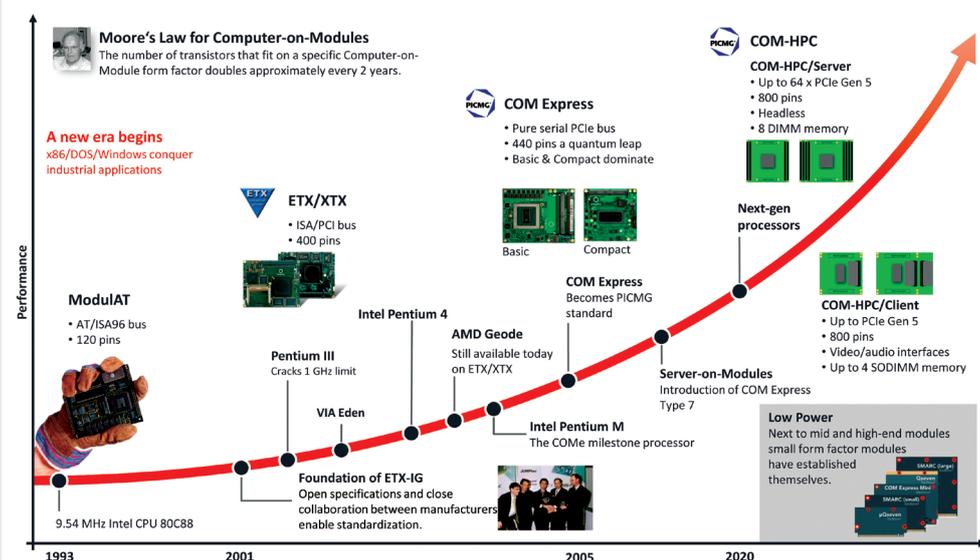
la quantité de déperdition de chaleur avec chaque nouveau module avaient également déjà son importance à cette époque. Et puis, les clients veulent toujours le dernier processeur sorti; c'était vrai à l'époque tout comme ça l'est aujourd'hui. Ce souhait peut être facilement assuré par l'utilisation de modules.

Adieu le problème des câbles encombrants

Cependant, par rapport au bus AT/ISA96, les modules ModulAT sont arrivés un peu tard sur le marché alors que l'informatique embarquée pour applications industrielles critiques en était encore à ses débuts. Par exemple, x86 et Windows

1 EVOLUTION DES STANDARDS POUR MODULES PROCESSEURS

Les formats ETX et COM Express sont deux spécifications Computer-on-Module qui ont été normalisées par des organismes indépendants en ligne avec les évolutions technologiques. Avec COM-HPC, un troisième standard est maintenant lancé pour répondre aux exigences de haute performance des dispositifs, machines et systèmes connectés aux réseaux large bande et 5G.



n'étaient pas encore des standards de l'industrie, et la lutte contre l'écran bleu avait encore cours à l'époque. A cet égard, les modules étaient plus des produits « pirates » d'une nouvelle industrie en devenir qu'une génération de modules standard au cycle de vie bien établi. Néanmoins, JUMPtec a été l'entreprise qui a ouvert la spécification et qui a été pionnière de la vente des modules. Et cela s'est avéré être un succès, comme le montrent les développements jusqu'à aujourd'hui.

Au milieu des années 90, le format de calculateur monocarte PC/104, qui offrait trop peu de place aux connecteurs s'ils devaient être montés du même côté que le CPU et le chipset, a fourni un autre argument solide en faveur des modules. Les clients commençant à exiger plus de connectivité, les connecteurs ont alors été montés sur mesure de l'autre côté du circuit imprimé pour connecter encore plus de périphériques. Le concept PC/104 signifiait également qu'il fallait utiliser des câbles pour acheminer les E/S vers le boîtier d'habillage. Cela a conduit à des enchevêtrements de câbles de plus en plus importants qui ont, à leur tour, accru les erreurs système. A cette époque, une bonne conception système se caractérisait par un câblage propre et soigné. Un argument important en faveur du module était donc de limiter l'encombrement des câbles en reliant les E/S externes au boîtier sans câbles et ce par l'intermédiaire d'une carte porteuse spécifique à l'application. Le lancement des premiers modules ETX développés par JUMPtec a marqué la percée sur le marché du Computer-on-Module.

Une compétition endiablée pour le meilleur concept de module

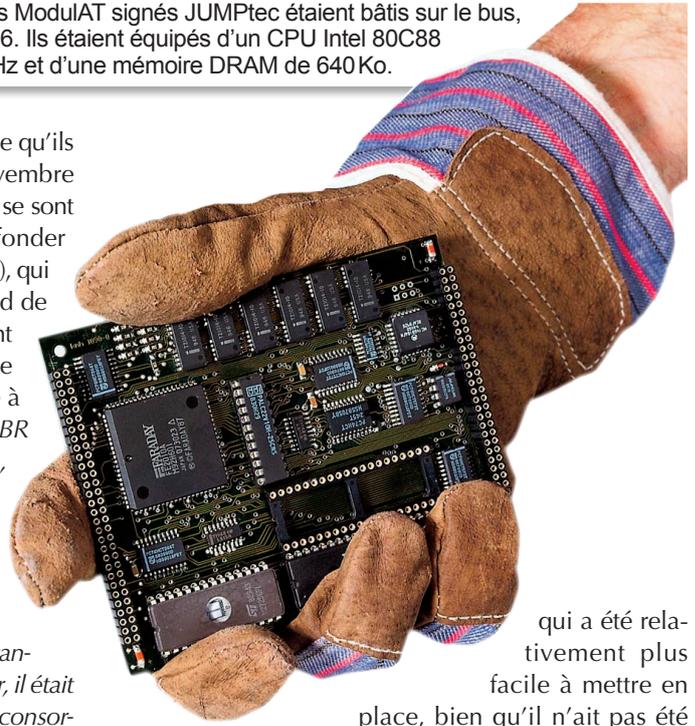
Le format ETX pour les modules ISA/PCI avec des connecteurs à 400 broches vers la carte porteuse ne s'est pas imposé facilement - malgré le fait que JUMPtec ait ouvert la spécification. De nombreuses entreprises et concepts de modules concurrents, dont seuls les initiés les plus avertis se souviennent encore aujourd'hui, ont courtisé les OEM avec des solutions comparables. La concurrence était alors féroce entre les fournisseurs d'informatique embarquée, qui n'étaient

- A.- Les premiers modules ModulAT signés JUMPtec étaient bâtis sur le bus, alors populaire, AT/ISA96. Ils étaient équipés d'un CPU Intel 80C88 à 9,54 MHz et d'une mémoire DRAM de 640 Ko.

pas aussi imposants à l'époque qu'ils le sont aujourd'hui. En novembre 2001, JUMPtec et Advantech se sont néanmoins associés pour fonder l'ETX Industrial Group (ETX-IG), qui a introduit le premier standard de module ouvert et indépendant et qui a assuré la maintenance de la version toujours utilisée à ce jour. « Advantech, iBase, IBR et PCI Systems, par exemple, ont développé des cartes ETX alternatives et les ont rapidement amené à maturité, expliquait à l'époque M. Mühlbauer. Pour assurer le développement uniforme du standard ETX dans le monde entier, il était donc nécessaire de créer un consortium ETX ouvert. » En quelques mois, les autres partisans de l'ETX se sont également joints au consortium, car ils comprirent tous les principaux avantages d'un standard ouvert. Par la suite, les formats alternatifs des modules se sont considérablement réduits en raison de l'importance croissante de l'ETX-IG ainsi que des fusions et acquisitions. Finalement, toute cette horde de modules a presque disparu, de sorte qu'un nouveau prétendant technologique a pu s'établir beaucoup plus facilement comme nouveau standard de l'industrie des Computer-on-Module embarqués.

COM Express devient le standard officiel du PICMG en 2005

L'introduction généralisée du nouveau bus PCI Express et la suppression de la prise en charge du bus ISA dans les nouveaux processeurs et chipsets ont imposé un nouveau concept en 2004: le COM Express,



qui a été relativement plus facile à mettre en place, bien qu'il n'ait pas été totalement exempt de problèmes. Il a fallu passer par des guerres de tranchées et des retards au sein du comité PICMG qui devait accueillir cette norme (voir encadré). Finalement, la communauté embarquée a réussi à se mettre d'accord sur le standard COM Express au sein du PICMG, mais pas avant juillet 2005 (photo B). Ainsi, depuis la première présentation du concept en collaboration avec Intel à l'automne 2003, il a fallu dix-huit bons mois pour en faire un standard. De la version 2.0 en 2010 jusqu'à la version 3.0 actuelle de 2017, la spécification a été développée sous la direction continue du rédacteur Christian Eder, qui a d'abord travaillé sous la direction de M. Mühlbauer chez JUMPtec, puis chez Kontron, avant de rejoindre Congatec. Aujourd'hui, 15 ans après le lancement du COM Express par le PICMG, le marché du Computer-on-Module est, comme nous l'avons déjà mentionné, le plus grand et le plus domi-

LE COMITÉ PICMG, UNE ÉQUIPE PUISSANTE

- Le PCI Industrial Computer Manufacturers Group, ou PICMG en abrégé, est un consortium de plus de 140 entreprises qui élaborent conjointement des spécifications accessibles sans licence pour les applications télécoms et industrielles de haute performance.
- Les membres du consortium sont pour la plupart des pionniers

technologiques ayant de nombreuses années d'expérience de développement dans leur secteur. Récemment le groupe a développé la spécification COM-HPC en tant qu'architecture ouverte pour la prochaine génération de Computer-on-Modules. Les sociétés impliquées dans le développement de la spécification COM-HPC

sont ADLink, Congatec et Kontron en tant que sponsors du groupe de travail, ainsi qu'Advantech, Amphenol, l'université de Bielefeld, Elma Electronic, Emerson Machine Automation Solutions, ept, Fastwell Group, Heitec, Intel, MEN Mikro Elektronik, MSC Technologies, N.A.T., Samtec, Seco, TE Connectivity, Trenz Electronic et VersaLogic.



● B.- Les premiers modules COM Express ont été lancés en production de série en 2005 avec le processeur Intel Pentium M, qui a constitué une véritable étape décisive pour le marché de l'informatique embarquée.

nant des sous-marchés de l'informatique embarquée, tous les grands fabricants de calculateurs embarqués offrant une grande variété de modules COM Express. Cela dit, les modules ETX/XTX sont toujours proposés aujourd'hui, ce qui signifie que le premier cycle COM n'est pas encore terminé. Et il a fallu plusieurs années, jusqu'en 2012 pour être précis, pour que le COM Express dépasse le format ETX/XTX en termes de volumes.

Des modules COM Express qui s'avèrent sans rivaux

Aujourd'hui, le COM Express est également le standard incontesté des nouvelles conceptions de cartes porteuses embarquées pour le milieu et le haut de gamme. Et il n'y a pas de concurrent en vue. Le standard a d'ailleurs subi plusieurs révisions jusqu'à la version 3.0 actuelle, publiée en mai 2017. Dans sa spécification Type 7, relativement nouvelle, le COM Express est prédestiné aux serveurs de périphérie embarqués, et pour les applications extrêmes, il sert même de base aux spécifications VITA (photo C). D'autres modules standard, tels que le Qseven et le Smarc 2.0, qui prennent également en charge les processeurs d'application Arm, conviennent plutôt aux marchés qui nécessitent basse consommation et petit format. Quoi qu'il en soit, les leçons du passé ont été tirées pour le nouveau standard de module COM-HPC. Dès le début, ce standard pour

le calcul embarqué haute performance a été développé par le PICMG afin d'éviter autant que possible une bataille.

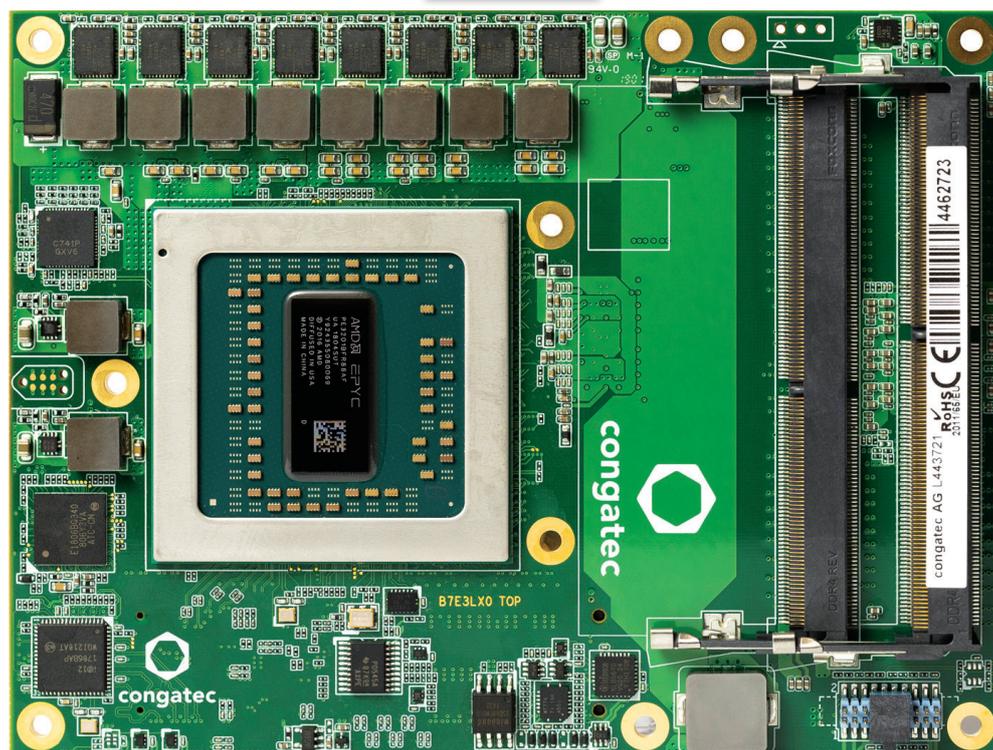
Arrivée de la troisième génération de COM hautes performances

Depuis octobre 2018, le groupe de travail PICMG œuvre sous la présidence de Christian Eder de Congatec sur la nouvelle spécification de module COM-HPC qui s'avère particulièrement nécessaire. De fait, le connecteur inter-carte COM Express ne peut plus prendre en charge les bus de communication émergents à

● C.- Le Server-on-Module COM Express Type 7 le plus puissant à ce jour est équipé du processeur AMD EPYC.

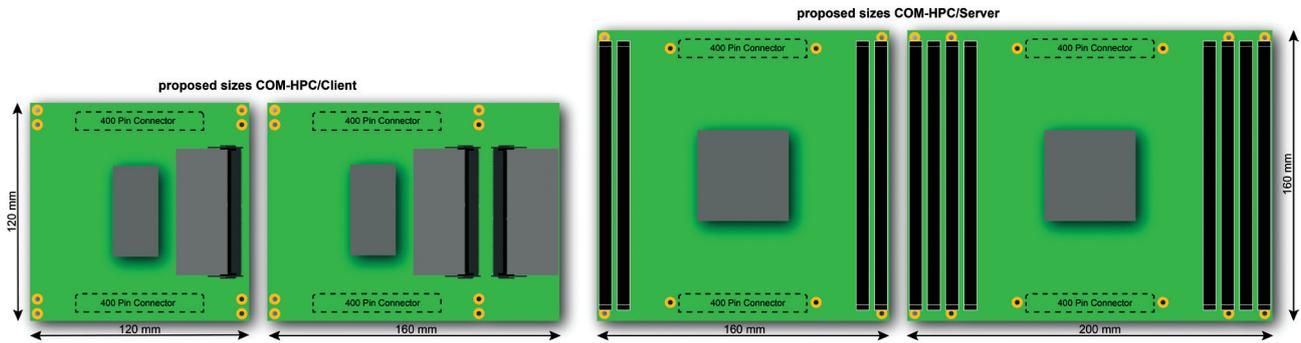
haute fréquence et à large bande passante, exigés pour tous les types d'équipements connectés aux réseaux IoT/5G.

Comme pour le passage de l'ETX à COM Express, l'introduction de nouvelles technologies de bus a conduit à un nouveau standard. L'objectif de la spécification COM-HPC est de créer un nouveau standard COM pour le calcul à large bande sur l'Internet à haut débit qui soit adapté aux nouveaux signaux haute fréquence des bus PCI Express Gen3 à Gen5. Cependant, le COM-HPC ne doit pas être considéré comme un remplaçant du COM Express, tout comme le COM Express n'était pas le remplaçant de l'ETX. Comme mentionné précédemment, les modules ETX/XTX sont toujours disponibles aujourd'hui, ce qui permet aux clients de continuer à travailler sur la base des mêmes principes de conception, même après vingt ans de développement. A cet égard, le nouveau standard de module COM-HPC est également la preuve que les concepts de base qui étaient valables à l'époque le sont toujours aujourd'hui. De plus, la conception de nouveaux processeurs



2 DEUX VERSIONS DE MODULES COM-HPC ET QUATRE TAILLES DIFFÉRENTES

Les modules COM-HPC de Congatec seront disponibles en deux classes de performance : une classe client et une classe serveur, comme c'est le cas aujourd'hui avec le COM Express Type 6/7. Dès le départ, deux formats sont spécifiés pour chaque classe, ce qui signifie que les modules COM-HPC haut de gamme les plus grands pourront probablement héberger jusqu'à 8 sockets DIMM. Le graphique montre aussi clairement le placement identique des connecteurs vers la carte porteuse pour les différentes tailles.



est devenue beaucoup plus complexe, c'est pourquoi il est encore plus judicieux aujourd'hui de découpler les E/S du module processeur par une carte porteuse spécifique à l'application.

Mais pourquoi ne pas simplement continuer de faire évoluer davantage le COM Express? En fait, le nouveau standard COM-HPC ne nécessite pas seulement un nouveau connecteur. Il existe des fonctions COM Express existantes qui ne sont plus nécessaires et qui doivent être abandonnées. En effet, le nouveau standard cible les applications dont les exigences sont bien supérieures à la classe la plus élevée de performances du COM Express. Toutefois l'objectif général est d'offrir aux OEM les avantages du vaste écosystème et de la réputation du PICMG et de ses standards. C'est pourquoi l'accent est mis sur la nécessité de rendre la migration aussi facile que possible pour les clients.

C'est pour ces raisons que la nouvelle génération offrira deux classes de performances plus ou moins nouvelles au-dessus des spécifications COM Express de Type 7 et de Type 6. L'une est destinée à la technologie des serveurs de périphérie, qui nécessitent davantage d'interfaces de communication que de capacités de traitement graphique intégrées et puissantes, et elle apportera un nombre extrêmement important de cœurs pour la consolidation des charges de travail. L'autre élargit le haut de gamme existant de l'informatique embarquée avec de nouvelles performances que le COM Express ne peut plus assurer, et qui comprend également des traitements

graphiques. La liste comprend l'USB 3.2 à 20 Gbit/s, l'USB 4.0 à 40 Gbit/s, la PCIe Gen4/5 avec configuration de port x2/x4 et temporisateur de retransmission, l'Ethernet à 100/200 Gbit/s, le NVMe, et bien d'autres.

Deux fois plus de broches et jusqu'à 8 emplacements DIMM

La partie essentielle de la nouvelle spécification est le connecteur. Le COM Express, par exemple, est limité au bus PCIe Gen 3.0 avec une fréquence d'horloge de 5,0 GHz et un débit de 8 Gbit/s. Le nouveau connecteur prend en charge des taux de transfert de plus de 32 Gbit/s, ce qui est suffisant pour véhiculer du PCIe Gen 5.0. De plus, il y a maintenant jusqu'à 64 voies PCIe vers la carte porteuse – assez pour connecter de nombreux GPGPU puissants pour l'apprentissage automatique par exemple. Le COM Express, par comparaison, prend en charge un maximum de 32 voies. La performance du COM Express, actuellement limitée à l'Ethernet à 10 Gbit/s par paire de signaux, sera surpassée par le COM-HPC avec l'Ethernet à au moins 25 Gbit/s par paire de signaux, ce qui permettra de monter jusqu'à l'Ethernet à 100 Gbit/s. Les nouvelles générations de processeurs adaptés à l'edge computing nécessitent également plus d'interconnexions qu'auparavant, ainsi que plus d'espace pour la connectique mémoire DIMM qu'il n'était possible de le faire jusqu'à présent. Il est prévu aujourd'hui jusqu'à 8 emplacements DIMM et 800 broches vers la carte porteuse, alors que le COM Express se limite à 440 broches (figure 2).

L'élaboration d'un nouveau standard n'est pas chose facile, même si certains le pensent. Les complexités découlant de la simple augmentation de la fréquence du signal sont déjà énormes. A titre d'exemple, Congatec et Samtec travaillent ensemble depuis plus de deux ans sur les exigences et les tests des connecteurs COM-HPC afin de pouvoir prendre en charge des modules jusqu'à 300W. Le groupe de travail PICMG, quant à lui, n'a été mis en place qu'en octobre 2018. Cela montre bien que des travaux de base avaient déjà été effectués avant cette date, ce qui a accéléré le processus de prise de décision au sein du groupe de travail.

Quand les modules COM-HPC seront-ils disponibles?

Les entreprises impliquées dans le processus de standardisation retiennent probablement leur respiration en secret pour que les processus ne soient pas à nouveau bloqués au sein du PICMG, comme cela s'est produit avec le COM Express. Le succès dépend dans une large mesure du fait qu'aucune entreprise n'aille de l'avant sans les autres. C'est pourquoi toute la communauté se retient de communiquer. Les équipes de développement n'en ont pas moins tourné à plein régime sur les premières études de conception reposant sur les technologies de processeur les plus récentes, que les fabricants de semi-conducteurs comme Intel partagent par le biais de programmes d'accès rapide.

NDLR: les premières annonces officielles de modules COM Express ont été faites en septembre 2020, notamment par Congatec.