

CAP VERS L'ENTREPRISE NUMÉRIQUE

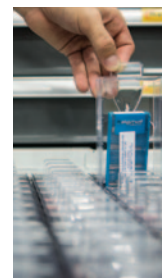
Portrait de l'utilisation
des technologies de
l'information et des
communications dans
l'industrie aérospatiale
québécoise.

PME 2.0 AÉRO
UNE RÉALISATION DU **cefrio**

Principal partenaire financier

*Économie,
Innovation
et Exportations*

Québec 



PME 2.0 CAP VERS L'ENTREPRISE NUMÉRIQUE

Portrait de l'utilisation des technologies de l'information et des communications dans l'industrie aérospatiale québécoise

Ce rapport a été réalisé par le CEFRIO en réponse au mandat confié par le ministère de l'Économie, de l'Innovation et des Exportations.

ÉQUIPE DE PROJET - CEFRIO

PME 2.0

Josée Beaudoin,
vice-présidente, Innovation et transfert

Geneviève Lefebvre,
directrice de projet

Alexandre Skerlj,
chargé de projet

Recherche marketing

Claire Bourget,
directrice de la recherche marketing

Marianne Lorthiois,
chargée de projet

Ministère de l'Économie, de l'Innovation et des Exportations (MEIE)

Martin Aubé, directeur,
direction des équipements de transport

Normand Raymond,
conseiller en développement industriel,
direction des équipements de transport

Patrick Bouchard,
conseiller en développement industriel,
direction des équipements de transport

Équipe scientifique

Robert Pellerin,
professeur, École Polytechnique Montréal

Louis Rivest,
professeur, École de technologie supérieure

Équipe d'édition

Guillaume Ducharme,
directeur des communications et des relations
avec les partenaires, CEFRIO

Annie Lavoie,
conseillère en communication, CEFRIO

Criterium,
design graphique

Francis Fontaine, Éric Carrière,
photographie

Tony Bureau,
révision linguistique

Photo de la page 7 et photo du moteur en couverture :
© Pratt & Whitney Canada.
Utilisées avec autorisation de Pratt & Whitney Canada.

REMERCIEMENTS

Le CEFRIO tient à remercier les entreprises qui ont accepté de figurer dans ce portrait, Raymond Machabée (consultant indépendant) pour l'animation de la table ronde avec les chefs de PME en 2012, Xavier d'Izarn Sahut (groupe SAFRAN), Bernard Lauras (Airbus) et Mario Langlois (Bombardier aéronautique) qui ont partagé avec nous leur point de vue, les partenaires de PME 2.0 que sont Sous-traitance industrielle Québec (STIQ) et Aéro Montréal, ainsi que tous les acteurs du milieu de l'aérospatiale qui ont généreusement donné de leur temps pour faire de ce portrait une réussite.

Table des matières

05 Avant-propos

07 Sommaire

CHAPITRE 1

12 UNE MISE EN CONTEXTE

13 L'industrie aéronautique québécoise
en chiffres

14 Mondialisation de la chaîne
d'approvisionnement et ses enjeux :
point de vue des maîtres d'œuvre

19 Les défis du numérique :
La parole aux PME

CHAPITRE 2

24 UNE ENQUÊTE SUR L'UTILISATION DES TIC DANS L'AÉRONAUTIQUE

25 Profil des répondants

27 Profil général de l'industrie

31 Profil d'utilisation des TIC

CHAPITRE 3

40 L'ENTREPRISE NUMÉRIQUE DE L'AÉRONAUTIQUE : ENJEUX ET TENDANCES, POINTS DE VUE DE CHERCHEURS

41 Entretien avec les chercheurs
Robert Pellerin et Louis Rivest

43 Questions et réponses sur le rôle
du numérique dans la gestion
de la production

CHAPITRE 4

48 DES CAS RÉUSSIS D'INTÉGRATION DU NUMÉRIQUE

49 Aéronautique Hemmingford

51 Nétur

53 APN

55 AV&R

57 Queloz et associés

59 GE Aviation

CONCLUSION

64

ANNEXE 1

66 DÉFINITIONS DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DES COMMUNICATIONS



Portrait Aérospatiale 2.0

Avant-propos



Le numérique représente un élément important du secteur de l'aérospatiale, cette industrie phare de notre économie. Au Québec, l'aérospatiale, c'est plus de 200 entreprises et plus de 42 000 emplois de qualité, ce qui place la province au 5^e rang mondial de ce secteur d'activité quant à l'emploi.

Grâce à des ventes annuelles qui totalisent 12 milliards de dollars, l'aérospatiale occupe le 1^{er} rang des industries québécoises en ce qui concerne l'exportation. Et, une fois de plus, le Québec fait office de leader, avec 55 % de la production canadienne.

Notre gouvernement est fier partenaire de cette industrie, qu'il appuie notamment par la mise en œuvre de la mesure PME 2.0. Celle-ci a permis d'intégrer des applications numériques associées aux technologies de l'information et des communications dans la production et les processus d'affaires de l'industrie.

À l'aide de cette mesure, le ministère de l'Économie, de l'Innovation et des Exportations, en collaboration avec le centre facilitant la recherche et l'innovation dans les organisations, le CEFRIO, a contribué grandement à l'accroissement de la compétitivité des PME québécoises actives dans ce domaine. L'aérospatiale a pris son envol au Québec, et nous pouvons être fiers de ses réalisations.

Jacques Daoust

Ministre de l'Économie, de l'Innovation et des Exportations



Le CEFRIO est heureux de rendre public ce portrait numérique de l'aérospatiale québécoise, une industrie forte, dynamique et particulièrement portée par les nouvelles technologies.

Les entreprises aérospatiales disposent d'un niveau d'informatisation élevé. Elles adoptent avec conviction de nouveaux comportements numériques, notamment pour répondre aux normes de qualité et de livraison d'une chaîne d'approvisionnement mondialisée et de plus en plus exigeante.

Ce portrait, qui s'inscrit dans le cadre de la mesure PME 2.0, fait état de ce passage au numérique. Il entend donner un aperçu des différentes utilisations qui sont faites des technologies de l'information et des communications dans ce secteur et mettre en valeur des usages novateurs issus d'entreprises d'ici.

Bonne lecture !

Jacqueline Dubé

Présidente-directrice générale, CEFRIO

Sommaire

Ce portrait met en lumière l'utilisation du numérique dans l'industrie aérospatiale québécoise. Il souligne le dynamisme de ces entreprises qui misent sur les technologies de l'information et des communications (TIC) pour poursuivre leur croissance dans un environnement d'affaires très dynamique.

UN CONTEXTE ÉCONOMIQUE FAVORABLE AU NUMÉRIQUE

Le portrait rappelle l'importance du poids économique de l'aérospatiale pour le Québec. Chef de file en matière d'exportation, ce secteur représente près de 42 000 emplois et 12 milliards de dollars de ventes par année, dont 10 % proviennent des PME.

La transformation de cette industrie s'exprime à travers les attentes des grands donneurs d'ordres mondiaux. Le CEFRIO propose quelques faits saillants d'entretiens réalisés auprès de représentants d'entreprises telles qu'Airbus, Safran et Bombardier, réunis lors d'un événement de l'International Aerospace Quality Group (IAQG), à l'automne 2013. **Ces entretiens rappellent l'influence de l'ouverture du marché aérospatial vers l'Asie et le développement de nouvelles plaques tournantes de fabrication.** Également, ces représentants nous parlent **de la tendance des grands donneurs d'ordres à réduire le nombre de fournisseurs directs et de leurs besoins pour de meilleures collaboration et transparence dans la relation d'affaires avec ces derniers.** Enfin, ils nous expliquent qu'en raison de la mondialisation de la chaîne d'approvisionnement, **le numérique devient incontournable** pour surmonter les défis de logistique, d'échanges d'information et de collaboration.

Le CEFRIO propose également les faits saillants d'une **table ronde que le Centre a animée à l'automne 2012, portant sur l'influence du numérique dans la PME** québécoise de l'aérospatiale. Plusieurs constats sont formulés par les entreprises, rappelant l'importance d'une utilisation stratégique des technologies numériques pour maintenir un positionnement dans ce jeu concurrentiel mondial. Pour ces entreprises, **le numérique est synonyme d'investissements récurrents et d'acquisition de compétences numériques.** De plus, il présente un défi plus grand encore, celui **de changer et de transformer la culture de l'entreprise.**

DES RÉSULTATS D'ENQUÊTE DANS L'INDUSTRIE

Le CEFRIO a conduit une enquête par sondage auprès de 50 entreprises aérospatiales québécoises pour comprendre, chiffres à l'appui, la place prépondérante des TIC dans cette industrie.

Des résultats qui illustrent la maturité numérique de ce secteur :

- Dans la majorité des entreprises répondantes (80 %), au moins un employé est affecté aux TIC et, le plus souvent, possède une formation universitaire;
- Plus de la moitié des entreprises sondées (56 %) ont mis en place un progiciel de gestion intégré (ERP). Cette proportion grimpe à 75 % dans les entreprises dont la majorité des employés sont affectés à la production;
- Des investissements importants sont consacrés annuellement aux TIC, et les répondants ont une intention ferme d'augmenter ces montants investis;
- Questionnés sur leurs priorités d'affaires, les répondants montrent une volonté de s'engager davantage sur la voie du numérique.

DES PRATIQUES NUMÉRIQUES INNOVANTES : POINTS DE VUE D'EXPERTS

Le développement technologique propose de nouvelles occasions que le CEFRIO a cherché à saisir dans ce troisième chapitre. **Le CEFRIO s'entretient avec deux chercheurs universitaires** pour explorer ces tendances, mais aussi pour rappeler quelques écueils récurrents dans un processus d'adoption :

- Le concept **d'usine numérique intéresse les chefs d'entreprises**. En appui aux processus de travail, l'introduction du mobile à même la chaîne de production permet une collecte et une diffusion en temps réel de l'information, une rétroaction continue et appréciée notamment par les employés de production ;
- Le développement récent de **lignes de fabrication intelligentes** est aussi discuté. Des entreprises investissent dans la valorisation de leurs données d'inspection, de manière à les exploiter et, au besoin, à ainsi ajuster automatiquement les machines et les cellules robotisées ;
- Compte tenu de son importance pour la PME, la **gestion de la production** est abordée et une cartographie de ses systèmes est proposée. Quelques recommandations en matière de sélection et d'intégration du système ERP sont suggérées.

DES PRATIQUES NUMÉRIQUES INNOVANTES : QUELQUES CAS D'ENTREPRISE

Pour illustrer la place du numérique en entreprise, le CEFRIO propose six courts portraits d'entreprises qui misent sur le numérique.

Le cas d'**Aérospatiale Hemmingford** est un exemple d'utilisation optimale d'un logiciel de gestion intégré de type ERP et illustre bien ce mariage nécessaire entre le numérique et l'amélioration continue des processus d'affaires. Le concept d'usine sans papier ou encore d'usine numérique est présenté chez **Nétur**, un atelier d'usinage qui fait usage du mobile dans l'usine pour diffuser aux employés les résultats des activités du site de production. L'utilisation prépondérante du numérique est aussi la norme chez **APN**, une entreprise d'usinage qui mise sur l'exploitation des données d'inspection pour gagner en efficacité.

La robotisation dans le secteur aérospatial est un incontournable. Le cas de **Quéloz** illustre les étapes qui ont mené à l'intégration de premiers robots dans cette PME de la région de Québec. Pour conclure, le CEFRIO a souhaité mettre de l'avant le caractère innovant de l'industrie en interrogeant un fournisseur de technologies supportant l'automatisation industrielle, soit **AV&R**. Enfin, une incursion chez **GE Aviation**, un chef de file dans la fabrication robotisée, met en relief cette expérience du transfert d'une production en mode manuel vers l'automatisation.

Finalement, si l'industrie aérospatiale québécoise fait face à d'importants défis, certaines de ses PME semblent se démarquer et s'adapter à ces changements rapides. Ce portrait met ainsi en lumière un secteur innovant, économiquement fort et, surtout, précurseur grâce à l'esprit d'initiative d'entrepreneurs qui choisissent d'investir dans les TIC et qui, graduellement mais sûrement, mettent le cap vers l'entreprise numérique.

EN RAPPEL

Ce portrait de l'industrie aérospatiale est réalisé dans le cadre de PME 2.0, une mesure mise de l'avant par le ministère de l'Économie, de l'Innovation et des Exportations (MEIE). Le ministère a mandaté le CEFRIO pour la mise en œuvre de PME 2.0 afin de soutenir les entreprises québécoises dans l'adoption de stratégies numériques. Ainsi, de 2013 à 2015, le Centre accompagnera, documentera et diffusera les résultats de projets d'adoption du numérique dans trente PME québécoises des secteurs de l'aérospatiale, et de la mode et du vêtement. L'intention est de dégager des enseignements pour l'ensemble des entreprises manufacturières québécoises.



Préparé et diffusé par **le Centre facilitant la recherche et l'innovation dans les organisations (CEFRIO)**, ce portrait fait le point sur l'utilisation des technologies numériques dans le secteur de l'aérospatiale québécois, afin d'illustrer les occasions que représentent ces technologies pour la croissance des PME.

Le **CEFRIO** est un organisme sans but lucratif voué à l'appropriation du numérique dans les organisations du Québec. Appuyé financièrement par le ministère de l'Économie, de l'Innovation et des Exportations (MEIE), le Centre gère depuis plus de 25 ans des projets d'innovation visant l'adoption réussie des technologies de l'information et de la communication (TIC) dans tous les secteurs d'activités économiques et sociales.



Chapitre 1

Une mise en contexte

L'industrie aérospatiale québécoise en chiffres

Les rapports de recherche, articles de presse et revues spécialisées sur l'industrie aérospatiale soulignent tous l'importance économique de ce secteur pour le Québec, que ce soit en matière de revenus générés, d'emplois créés, d'innovation ou de rayonnement du savoir-faire d'ici.

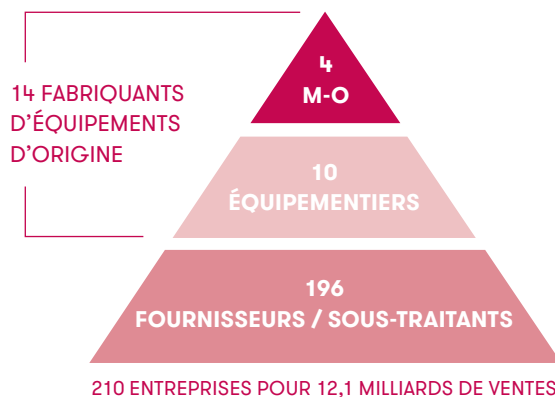
En chiffres¹, l'aérospatiale au Québec c'est :

- 217 entreprises, dont 4 grands donneurs d'ordres (**Bombardier Aéronautique, Pratt & Whitney Canada, Bell Helicopter Textron Canada et CAE**) et une dizaine d'équipementiers ou intégrateurs de premier rang;
- 42 550 emplois en 2012 dont environ le quart dans des PME (voir la figure 1);
- 12 milliards de dollars de ventes annuelles, dont 10 % proviennent des PME;
- 1^{er} rang des industries québécoises en ce qui concerne l'exportation, à raison de 80 % du PIB;
- 70 % de la R-D canadienne se fait dans la grande région de Montréal;
- 5^e rang mondial pour le Québec en matière d'emplois dans l'aérospatiale. Le Québec représente 55 % de la production canadienne.

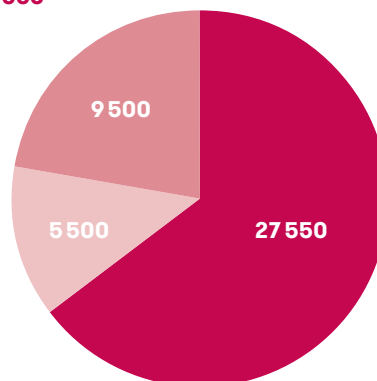
L'aérospatiale est indéniablement un fleuron de l'économie québécoise. L'industrie est regroupée autour d'une grappe industrielle forte et à grand potentiel de croissance, à laquelle collaborent activement entreprises, organismes, universités, collèges, centres de recherche, consortiums spécialisés et les différents paliers de gouvernement.

FIGURE 1

Portrait chiffré de l'industrie aérospatiale québécoise en 2012



EMPLOIS : 42 550



Source : Courtoisie du ministère de l'Économie, de l'Innovation et des Exportations.

¹ Données tirées du site Web du ministère de l'Économie, de l'Innovation et des Exportations, le 27 septembre 2013.

Mondialisation de la chaîne d'approvisionnement et ses enjeux : point de vue des maîtres d'œuvre

La mondialisation de la chaîne d'approvisionnement de l'industrie aérospatiale poursuit son déploiement. Le numérique est venu faciliter et accélérer cette implantation, permettant la création de nouveaux carrefours d'affaires consacrés à l'aérospatiale dans des régions économiques émergentes. En effet, la complexité induite par cette extension de la chaîne ne doit pas affaiblir la performance de la production ou compromettre la qualité des ouvrages.

Lors d'entrevues accordées au CEFRIO, des représentants de maîtres d'œuvre du secteur aérospatial et membres clés de l'International Aerospace Quality Group (IAQG) rendent compte de cette transformation de la chaîne et en résument les principaux enjeux.

L'International Aerospace Quality Group (IAQG) est une association internationale où siègent les maîtres d'œuvre spécialisés dans l'aérospatiale et la défense. Cet organisme est responsable du développement et de l'application de normes de gestion de la qualité dans les chaînes d'approvisionnement de ces secteurs, notamment l'AS9100 et ses dérivées.

Site Internet de l'IAQG : www.sae.org/iaqg

PARTICIPANTS AUX ENTREVUES EN MARGE DE L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DE L'IAQG TENUE À MONTRÉAL LE 10 OCTOBRE 2013.

Xavier Sahut d'Izarn

directeur Qualité, groupe SAFRAN

Président, International Aerospace Quality Group (IAQG)

Bernard Lauras

responsable département Qualité – Exigences Fournisseurs, Airbus

Responsable du Chantier Amélioration produit et chaîne d'approvisionnement, IAQG

Mario Langlois

directeur de la qualité, Bombardier Aéronautique

Membre votant, secteur des Amériques, IAQG

L'exigence première : répondre aux normes de qualité

« Dans le secteur de l'aérospatiale, lorsqu'on mesure la qualité, on mesure la performance globale de l'entreprise. »

C'est ainsi que Xavier Sahut d'Izarn, directeur Qualité du groupe Safran et président de l'IAQG, souligne la prédominance de la qualité dans cette industrie et la motivation partagée pour la normalisation des pratiques dont la norme AS9100 est issue.

M. Sahut d'Izarn explique les raisons qui poussent les grands industriels de l'aérospatiale – pourtant concurrents – à collaborer et à partager leurs bonnes pratiques.

« Plus une norme est partagée dans notre industrie, plus nombreux seront les fournisseurs à la mettre en pratique. C'est donc toute la filière qui tire un bénéfice de cette adoption et, par le même fait, les donneurs d'ordres. »

Bernard Lauras, notamment responsable du chantier Amélioration produit et chaîne d'approvisionnement de l'IAQG², ajoute au sujet de la collaboration et du but poursuivi par les chefs de file de l'industrie :

« L'objectif est de réduire les exigences propres aux donneurs d'ordres et d'alimenter constamment une norme universelle. »

Autrement dit, une normalisation universelle (AS9100) en adéquation avec les exigences des donneurs d'ordres et la création d'autres normes IAQG propres à une activité se traduisent par une harmonisation de la qualité dans l'ensemble du secteur, donc à des économies de coûts pour tous, incluant les fournisseurs.

Incontournable dans ce secteur, l'usage de normes motive l'amélioration et la modernisation des acteurs de l'aérospatiale. Pour la PME qui souhaite suivre la progression des normes du secteur et, plus encore, gérer en temps réel une chaîne d'approvisionnement mondiale, l'usage des technologies numériques devient stratégique, lui permettant d'acquérir et de maintenir sa position sur l'échiquier mondial.

² Dans le cadre des travaux de ce chantier, M. Bernard Lauras pilote également le *Supply Chain Management Handbook* (SCMH), un état d'avancement des meilleures pratiques de gestion de la qualité dans l'industrie. Le SCMH peut être consulté en ligne à la page suivante : <http://www.sae.org/iaqg/handbook/scmhtermsfuse.htm>.

Du côté de l'échange de données contractuelles, telles que le suivi de l'exécution d'un contrat ou encore la traçabilité des pièces, certains grands donneurs d'ordres ont développé des systèmes client-fournisseur sur la base de technologies Web. Par exemple, Airbus et Safran sont associés à l'initiative européenne BoostAeroSpace, une plateforme regroupant un certain nombre d'outils d'échange qui facilitent la vie des fournisseurs auprès de plusieurs de leurs clients. Boeing a également mis en place un système de coordination de sa chaîne d'approvisionnement. Si cette centralisation des informations contractuelles semble être la tendance, quelques difficultés persistent cependant quant au partage de ces données.



Le futur pour la PME québécoise

Le marché de l'aérospatiale évolue très rapidement et exige de la part des maîtres d'œuvre plus de vitesse dans le déploiement de leurs programmes. Toujours selon M. Langlois,

« L'industrie cherche à réduire le temps de mise en marché des programmes. Il n'y a pas si longtemps, nous étions sur un horizon de dix ans; aujourd'hui, le temps de développement est de cinq ans. La prochaine étape, c'est un développement en trois ans. Pour ce faire, il faut s'appuyer sur une chaîne d'approvisionnement solide. »

La consolidation de la chaîne d'approvisionnement passe par l'acquisition de nouvelles compétences au sein des fournisseurs, notamment en gestion de la sous-traitance ou en conception de produit. Pour Mario Langlois, il est clair que les PME doivent acquérir de la maturité, mettre en place des pratiques « lean » et de livraison en juste-à-temps. Pour les PME québécoises, cela passe également par le développement d'avantages stratégiques comme l'acquisition de compétences en ingénierie.

Enfin, il rappelle les efforts entrepris en ce sens au Québec, notamment les programmes soutenus par le gouvernement du Québec tels que Focus stratégique et l'initiative MACH d'Aéro Montréal.

« Nous avons au Québec une sensibilité envers le développement des PME et le renforcement des capacités de la chaîne d'approvisionnement locale. Ces programmes ont donné un fier coup de pouce à des entreprises qui sont aujourd'hui des chefs de file dans leur domaine. »

Au terme de ces entrevues avec des représentants de grands donneurs d'ordres, la maîtrise du numérique apparaît incontournable pour la PME, qui doit se positionner dans une chaîne interconnectée et de plus en plus instrumentée. Le numérique donne aux PME l'occasion de communiquer aux clients - de manière transparente et en temps réel - l'état d'avancement de leur production, ce qui est essentiel pour réduire les coûts de coordination entre les maillons de la chaîne. Alors, comment la PME québécoise tire-t-elle son épingle du jeu dans cette chaîne d'approvisionnement consolidée ?

Les défis du numérique

LA PAROLE AUX PME

En septembre 2012, avec la collaboration d'Aéro Montréal, le CEFRIQ a animé une table ronde réunissant quelques PME québécoises. L'objectif de cette causerie était de prendre le pouls des PME à l'égard du nouveau contexte économique mondial et de qualifier le rôle du numérique dans leur stratégie d'affaires. Cet échange a fait ressortir **sept constats** à propos du déploiement du numérique dans leur entreprise. Le numérique constitue sans contredit une priorité d'affaires des PME.

LES PME PRÉSENTES À LA TABLE RONDE :

ABIPA

APN

DELASTEK

GROUPE MELOCHE

MESOTEC

TECHNIPRODEC

1

Le numérique exige un engagement soutenu et continu.

Une entreprise témoigne qu'« il y a une courbe d'apprentissage très longue, quand tu intègres de nouveaux outils. Par exemple, pour une intégration efficace de CATIA, il nous a fallu un an et demi. Et la formation est toujours à recommencer. »

À l'investissement initial en TIC doivent s'ajouter des coûts récurrents pour la maintenance, le renouvellement des licences, la mise à jour de la formation, etc.

De plus, les entreprises rendent compte de la nécessité d'investir constamment dans de nouvelles TIC pour demeurer compétitives.

2

L'acquisition de connaissances numériques est cruciale pour que l'entreprise développe son autonomie numérique.

Par exemple, concernant la programmation des machines à commande numérique, une entreprise partage sa pratique de transfert de savoirs : « Pour bien programmer une machine-outil, il faut posséder une connaissance tacite de son fonctionnement, qui ne vient qu'avec l'expérience. Chez nous, nous formons nos machinistes qui ont acquis cette expérience. Ils reçoivent

l'encadrement nécessaire pour être en mesure de la programmer. Sur la programmation de nos machines, nous ne voulons pas être dépendants du fournisseur. »

3

La direction doit supporter non seulement l'implantation, mais aussi l'intégration des systèmes de TIC dans l'organisation.

L'informatisation d'un sous-traitant en aéronautique passe de plus en plus par la présence d'un progiciel de gestion de type ERP (Enterprise Resource Planning). Autour de la table, plusieurs PME font le constat que l'utilisation de leur ERP n'est pas optimale et qu'elles n'en tirent pas tous les bénéfices escomptés. Plusieurs reviennent sur une implantation terminée, mais une intégration plus ou moins réussie; les processus de l'entreprise n'ont pas évolué pour tenir compte de l'implantation et freinent la bonne utilisation du système.

À l'opposé, une entreprise ajoute : « Chez nous, l'utilisation de l'ERP est performante parce que son intégration a été suivie rigoureusement par la haute direction. C'a été une priorité d'obtenir le plein potentiel de l'outil et, donc, de modifier au besoin nos processus. »

L'utilisation du numérique impose des changements qu'il faut savoir planifier et conduire auprès de son personnel. Trop souvent, le potentiel de ce type de logiciel demeure inexploité, faute de temps – et d'énergie – nécessaire pour intégrer de manière efficace le système dans l'organisation.

4

Il faut innover et valoriser le potentiel des outils numériques pour améliorer nos façons de faire.

« Nous utilisons de véritables bolides dans nos entreprises, que ce soit en matière de logiciel, de machines-outils ou encore de CMM (Coordinate-measuring Machine). Mais certaines PME ne soupçonnent même pas tout le potentiel de leurs équipements actuels », souligne une PME.

Les entreprises du secteur aérospatial (notamment celles qui sont actives dans l'usinage) possèdent des équipements coûteux et sophistiqués dont elles peuvent tirer profit pour s'améliorer en matière de qualité, de coûts et de rapidité. L'exploitation de ce potentiel pourrait déboucher sur des innovations dans les processus et ainsi accroître la productivité.

5

L'exploitation des données pour la gestion d'entreprise est un défi de taille pour la PME.

Les équipements numériques modernes génèrent beaucoup de données, dont le traitement constitue un vrai défi. Une entreprise en témoigne : *« Un des grands défis chez nous, c'est l'exploitation stratégique de toutes ces données. Il nous faut normaliser une lecture d'information pertinente pour soutenir une prise de décision éclairée. »* Une préoccupation intéressante qui témoigne d'une maturité numérique certaine chez les PME du secteur.

Pour relever ce défi technique, les ressources humaines, particulièrement celles possédant des compétences techniques, semblent être la clé.

6

Les employés stimulés par une culture favorisant la curiosité sont la clé d'une utilisation stratégique du numérique dans nos PME.

« Il faut des employés qui ont un intérêt pour les TIC, pour vraiment utiliser nos outils à leur plein potentiel. Des jeunes, qui sont motivés et curieux, nous les encourageons à proposer de nouvelles façons de faire », précise une PME.

Une autre entreprise abonde dans le même sens : *« Chez nous, l'expérimentation est devenue une valeur de notre entreprise. Par exemple, pour déterminer comment les outils mobiles pourraient améliorer nos processus, nous en avons remis quelques-uns aux plus motivés pour qu'ils les testent et expérimentent de nouvelles façons de faire. »* Les organisations exposent ainsi une culture d'entreprise qui ouvre la porte aux nouvelles idées et laisse de ce fait émerger des pratiques plus innovantes en matière de gestion et de numérique.

7

Il faut ajouter de la valeur à notre offre et être vu comme des parties prenantes de la chaîne d'approvisionnement, plutôt que comme des exécutants.

Enfin, les entreprises se sont prononcées également sur le contexte d'une chaîne mondiale de plus en plus interconnectée et sur les potentialités qu'offre le numérique, notamment en matière de collaboration et de conception assistée par ordinateur. Elles font alors le constat qu'il y a une occasion de voir se transformer le lien entre le client et les sous-traitants au Québec. Pour ce faire, les entreprises doivent poursuivre leur développement et ajouter de la valeur à leur offre.

Une PME explique que « le client délocalise de plus en plus les pièces simples vers des marchés moins qualifiés. Nous recevons donc des plans de pièces complexes et qui mériteraient bien souvent d'être revus pour en faciliter l'usinage et, ainsi, réduire les coûts de fabrication. Aujourd'hui, mon entreprise a la connaissance à l'interne pour faire cette démonstration à notre client. Cependant, il faut que nous changions notre rapport avec le client pour valoriser cette expertise. »



Au terme de ce tour de table, les PME québécoises apparaissent conscientes du changement qui s'opère dans leur secteur et de l'importance pour elles d'acquérir plus de maturité dans la gestion de leur entreprise. Le numérique constitue un levier essentiel à maîtriser et dans lequel elles doivent investir pour croître, s'améliorer, mais aussi acquérir du talent et de la valeur ajoutée aux yeux du client.



Chapitre 2

Une enquête sur l'utilisation des TIC dans l'aérospatiale



Cette section du portrait de l'utilisation des TIC dans l'industrie aérospatiale présente les résultats de l'enquête réalisée auprès de 50 petites, moyennes et grandes entreprises du secteur, que le CEFRIO a sondées sur leurs relations d'affaires, leur capacité d'innovation, leurs priorités d'affaires, leurs ressources consacrées aux TIC ainsi que leurs investissements actuels et futurs en la matière.

PROFIL DES RÉPONDANTS

Les résultats de l'enquête du CEFRIO sont présentés selon trois angles d'analyse, soit la taille de l'entreprise, ses sous-secteurs d'activités et la composition de la main-d'œuvre.

MÉTHODOLOGIE

Le CEFRIO a confié la réalisation de ce sondage à la firme TNS Canada. La collecte s'est déroulée entre le **17 décembre 2012 et le 8 mars 2013** auprès d'une population de 217 entreprises, toutes identifiées comme faisant partie du secteur aérospatial par le ministère de l'Économie, de l'Innovation et des Exportations.³ Au total, 50 entreprises appartenant au registre de l'industrie ont répondu au sondage, ce qui représente près de 25 % du total ciblé. Le questionnaire était destiné soit au chef d'entreprise, soit à la personne responsable des décisions liées aux TIC.

LA TAILLE DES ENTREPRISES

La taille des organisations ayant répondu à l'enquête du CEFRIO reflète de près ce que l'on observe dans l'industrie. La ventilation de l'échantillon selon le nombre d'employés montre que la taille des entreprises de l'enquête est similaire en proportion à celle de la population à l'étude (voir le tableau 1)⁴.

Sur les 50 répondants, 4 entreprises comptent plus de 500 employés, soit 8 % de l'échantillon. Les 46 répondants de moins de 500 employés font travailler en moyenne 73 personnes. Cette moyenne est de 68 employés dans le registre des entreprises de l'aérospatiale du MEIE.

TABEAU 1

Tableau comparatif des échantillons du CEFRIO et du registre des entreprises de l'industrie aérospatiale du MFEQ

NOMBRE D'EMPLOYÉS PAR ENTREPRISE	NOMBRE D'ENTREPRISES SELON LE REGISTRE MEIE*	PROPORTION DANS L'INDUSTRIE SELON LE REGISTRE MEIE*	NOMBRE D'ENTREPRISES DANS L'ÉTUDE DU CEFRIO	PROPORTION DANS L'ÉCHANTILLON DU CEFRIO
1 à 50	119	55 %	25	50 %
51 à 100	36	17 %	9	18 %
101 à 500	49	23 %	12	24 %
+ de 500	13	6 %	4	8 %
TOTAL	217	100 %	50	100 %

* Source : registre des entreprises de l'industrie aérospatiale du MEIE (2012).

³ Font partie de ce registre les entreprises dont 30% et plus du chiffre d'affaires est réalisé en aérospatiale ou qui vendent un produit destiné à cette industrie en particulier.

⁴ À titre comparatif, le recensement des emplois de l'industrie aérospatiale publié récemment par le CAMAQ dénombre une structure d'emploi très similaire à celle de l'échantillon de l'enquête du CEFRIO. Source : CAMAQ, Recensement des emplois au 1er janvier 2012 et prévisions du nombre d'emplois au 1er janvier 2013 et au 1er janvier 2014 – Industrie aérospatiale au Québec, mars 2013, page 14.

LA CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT

Outre la taille, la position de l'entreprise dans la chaîne d'approvisionnement aérospatiale québécoise a été retenue pour l'analyse des données. Pour les besoins de cette enquête, cette chaîne se décline en trois groupes de répondants ⁵.

20 SOUS-TRAITANTS
27 FOURNISSEURS
03 MAÎTRES D'OEUVRE ET ÉQUIPEMENTIERS

50 RÉPONDANTS AU TOTAL

LA COMPOSITION DE LA MAIN-D'ŒUVRE

La **figure 2** présente la répartition moyenne des employés selon les différents services de l'entreprise. On constate qu'un employé sur deux travaille en production et un pour quatre comme ingénieur.

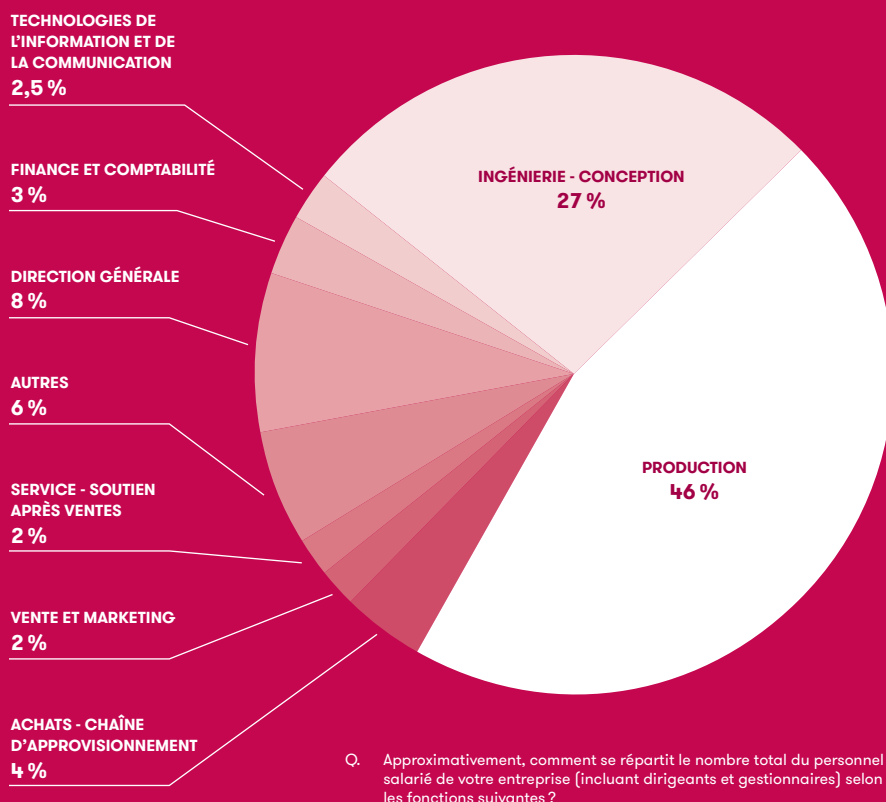
La composition de la main-d'œuvre est déterminante dans les choix technologiques d'une entreprise. L'échantillon a donc été scindé en deux groupes aux fins d'analyse ⁶ :

- Un premier groupe de **24** entreprises dont le personnel est composé à 60 % et plus **d'employés de production**. Si l'on exclut les grandes entreprises, les 23 PME de ce groupe comptent en moyenne 95 employés.
- Un deuxième groupe de **20** entreprises qui emploient une forte population **d'ingénieurs**, soit 20 % et plus de leur main-d'œuvre. Si l'on exclut les grandes entreprises, les 17 PME de ce groupe comptent en moyenne 41 employés.

FIGURE 2

Répartition du nombre d'employés selon les services de l'entreprise

Bases : total des répondants (n=50)



⁵ Ces catégories sont celles du MEIE. Pour résumer, les maîtres d'œuvre et équipementiers sont les donneurs d'ouvrage et intégrateurs de produits, les fournisseurs développent et vendent un produit/service (de la recherche-développement jusqu'à la commercialisation), et les sous-traitants fabriquent sur plan ou vendent des heures-machines.

⁶ Six entreprises ne se classaient pas dans ces deux catégories. Elles ont donc été exclues lors des analyses concernant la composition de la main-d'œuvre.

PROFIL GÉNÉRAL DE L'INDUSTRIE

UNE INDUSTRIE LOCALE ?

Bien que l'industrie aérospatiale soit fortement marquée par la mondialisation, la clientèle québécoise et canadienne reste très bien représentée. La **figure 3** illustre qu'un peu plus du tiers (35 %) de la clientèle (excluant celle des maîtres d'œuvres) est localisée à l'extérieur du pays. Dans le groupe des sous-traitants (n=20), ce chiffre baisse à 20 %.

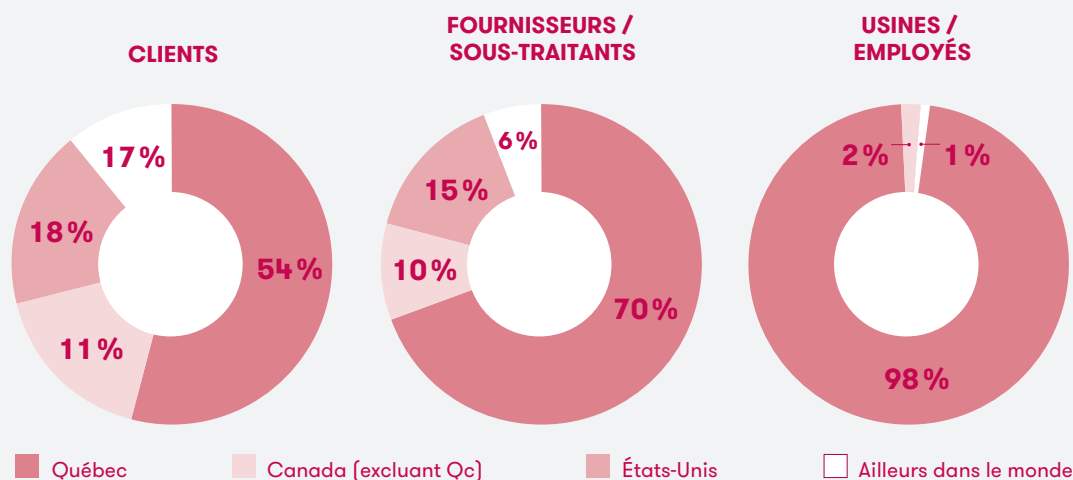
Si les PME québécoises desservent quelques clients étrangers, en matière de fournisseurs et de sous-traitants, elles choisissent dans 70 % des cas des partenaires québécois. Cette proportion grimpe à 79 % chez les sous-traitants. Pour ces PME, la quasi-totalité des usines et du personnel sont situés au Québec.

Bref, les PME de l'industrie aérospatiale québécoise font des affaires localement. Mais la tendance est-elle à l'internationalisation ? Comme le démontrent les résultats de l'enquête ci-après, mieux se positionner sur les chaînes d'approvisionnement mondiales est l'une des priorités des sous-traitants à court et à moyen terme.

FIGURE 3

Répartition géographique des parties prenantes des entreprises québécoises de l'aérospatiale (excluant les maîtres d'œuvre)

Base : sous-traitants et fournisseurs (n=47)



Q. Approximativement, quel est le pourcentage (%) de vos clients, fournisseurs, usines, sous-traitants et employés (tous services confondus) situés dans chacune des régions suivantes ?

Pour demeurer compétitives, les entreprises québécoises choisissent d'investir dans l'innovation. Ce n'est donc pas une surprise de voir la majorité des 50 répondants affirmer avoir réclamé un crédit d'impôt pour des activités de R-D en 2012.

70 % DES ENTREPRISES DE L'AÉROSPATIALE ONT RÉCLAMÉ UN CRÉDIT D'IMPÔT POUR LA R-D



Q. Votre entreprise a-t-elle réclamé des crédits d'impôt pour des activités de recherche et développement (R-D) au cours des 12 derniers mois ?

Afin de mesurer l'innovation dans les entreprises, le CEFRIO a questionné les répondants sur la base d'indicateurs d'innovation reconnus⁷. Résultats ? Le **tableau 2** présente une industrie qui innove beaucoup plus que les autres secteurs en matière de produits et de procédés.

Par contre, l'aérospatiale innove moins en commercialisation. Ce résultat repose peut-être sur le rythme de l'industrie, basé sur des programmes⁸ qui

s'étendent sur plusieurs années. Il pourrait également découler d'un besoin limité de développer la commercialisation pour les relations d'affaires inter-entreprises qui caractérisent la majorité des PME. Dans plusieurs cas, ces relations peuvent se limiter à quelques clients.

Fait notable, l'aérospatiale se démarque sur le plan de l'innovation du modèle d'affaires. Plusieurs stratégies observées dans l'industrie peuvent ex-

pliquer ce résultat. Par exemple, plusieurs PME ont ajouté de nouvelles compétences, notamment en conception, pour mieux répondre aux besoins de leur donneur d'ordres. Également, de récents changements de garde dans la direction de l'organisation, notamment dans les entreprises familiales, ont apporté un repositionnement stratégique et l'adoption de structures de gestion plus agiles, axées sur l'innovation et le travail d'équipe. Enfin, on note que l'intégration croissante du

numérique est un vecteur de transformation. En effet, la fluidité de l'information entre les services, la collaboration accrue et la requalification d'employés sur des tâches à valeur ajoutée sont des facteurs qui alimentent des changements dans l'organisation.

TABEAU 2

Comparaison entre l'industrie de l'aérospatiale et d'autres secteurs d'activités selon des indicateurs d'innovation

Base : total des répondants (n=50)

Q. Au cours des 12 derniers mois, votre entreprise a-t-elle effectué les changements suivants ?

	CHANGEMENTS EFFECTUÉS DANS LES 12 DERNIERS MOIS	AÉROSPATIALE (n=50)	TOTAL SECTEURS (n=1800)	DIFFÉRENCE
PRODUIT	AUGMENTÉ LA GAMME DE VOS PRODUITS OU SERVICES	88 %	64 %	+24 %
	ACCÉDÉ À DE NOUVEAUX MARCHÉS OU AUGMENTÉ LA PART DE MARCHÉ	94 %	55 %	+39 %
	AMÉLIORÉ LA QUALITÉ DE VOS PRODUITS OU SERVICES	88 %	76 %	+12 %
PROCÉDÉ	AMÉLIORÉ LA FLEXIBILITÉ DE PRODUCTION OU DE PRESTATION DE SERVICES	78 %	64 %	+14 %
	AUGMENTÉ LA CAPACITÉ DE PRODUCTION OU DE PRESTATION DE SERVICES	84 %	63 %	+21 %
	RÉDUIT LES COÛTS DE MAIN-D'ŒUVRE PAR UNITÉ DE RENDEMENT	74 %	49 %	+25 %
	RÉDUIT LES MATÉRIAUX ET L'ÉNERGIE PAR UNITÉ PRODUITE	50 %	39 %	+11 %
COMMERCIALISATION	INTRODUIT DES CHANGEMENTS SIGNIFICATIFS AU DESIGN OU À L'EMBALLAGE PRODUIT/SERVICE, EXCLUANT LES CHANGEMENTS DE ROUTINE OU SAISONNIERS (EX. MODES VESTIMENTAIRES)	26 %	31 %	-5 %
	INTRODUIT DE NOUVELLES MÉTHODES OU DES CHANGEMENTS SIGNIFICATIFS DES MÉTHODES EXISTANTES DE VENTE OU DE DISTRIBUTION (EX. VENTE EN LIGNE, FRANCHISAGE, VENTE DIRECTE OU ENTENTE DE DISTRIBUTION)	26 %	41 %	-15 %
MODÈLE D'AFFAIRES	INTRODUIT DE NOUVEAUX SYSTÈMES DE GESTION DE L'INFORMATION OU AMÉLIORÉ DE FAÇON SIGNIFICATIVE LES SYSTÈMES EXISTANTS POUR UNE MEILLEURE GESTION DE L'INFORMATION, DES CONNAISSANCES ET DES COMPÉTENCES DANS L'ORGANISATION	68 %	63 %	+5 %
	INTRODUIT UN CHANGEMENT MAJEUR DANS L'ORGANISATION DU TRAVAIL À L'INTÉRIEUR DE L'ORGANISATION, TEL QUE DES CHANGEMENTS DANS LA STRUCTURE DE GESTION OU L'INTÉGRATION DE DIFFÉRENTS DÉPARTEMENTS OU DE DIFFÉRENTES ACTIVITÉS	72 %	54 %	+18 %
	INTRODUIT DES CHANGEMENTS NOUVEAUX OU SIGNIFICATIFS DANS VOS RELATIONS AVEC D'AUTRES ENTREPRISES OU INSTITUTIONS PUBLIQUES, TELS QUE DES ALLIANCES, DES PARTENARIATS, DE LA DÉLOCALISATION OU DE LA SOUS-TRAITANCE	52 %	46 %	+6 %

7 Les questions adressées à l'industrie aérospatiale ont été posées à 1 800 autres entreprises de taille comparable, tous secteurs confondus, lors d'une enquête réalisée par le CEFRIO en 2012. Ces questions sont tirées du Manuel d'Oslo [OCDE, 2004] qui définit quatre types d'innovations : de produits, de procédés, de commercialisation et organisationnelle. Source : CEFRIO, *Indice de l'innovation par les TIC : résultats d'une enquête menée auprès d'entreprises et d'organisations québécoises et canadiennes*, novembre 2012, 24 pages.

8 On entend par programme le développement d'un nouvel aéronef, moteur ou équipement.

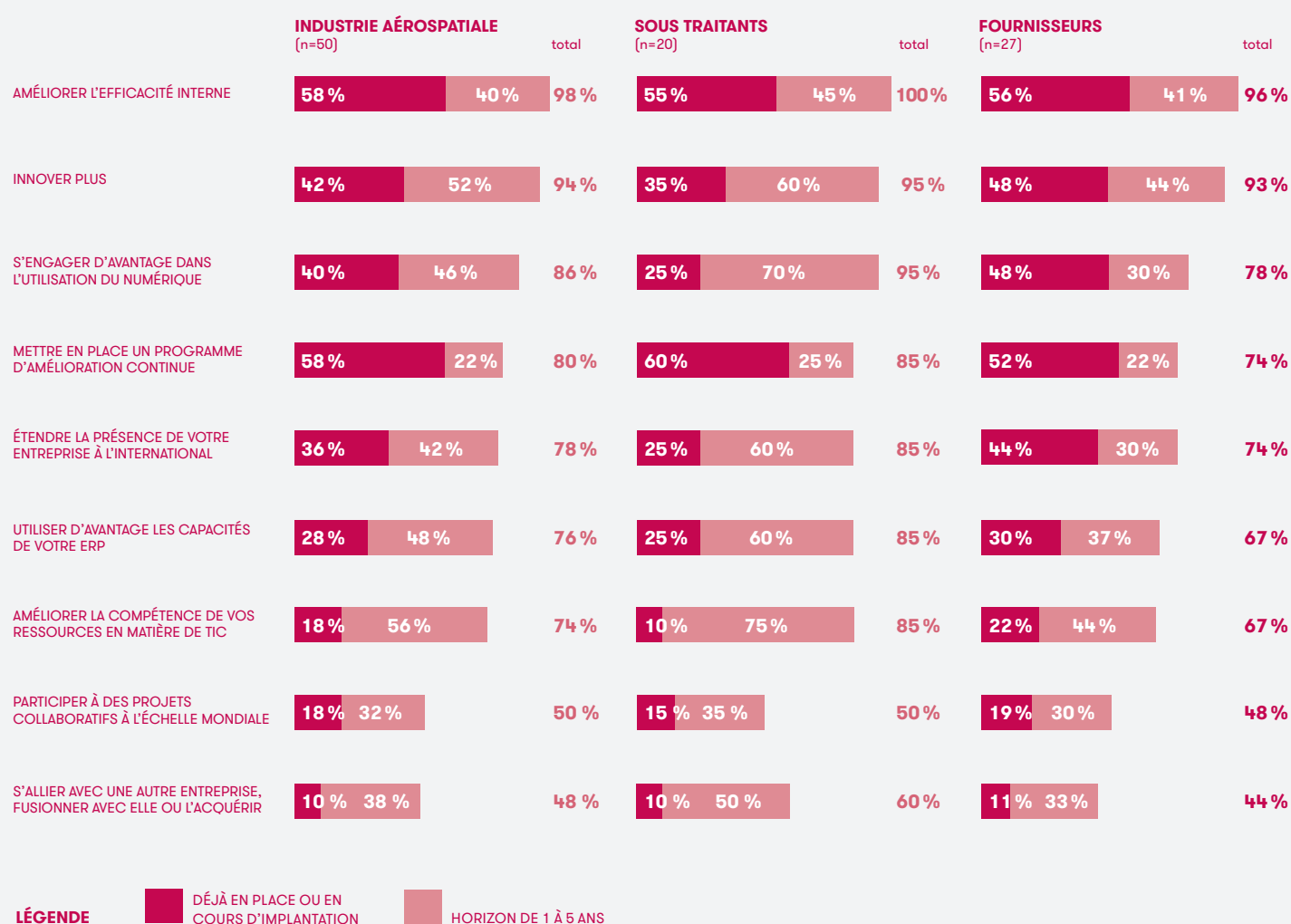
LES PRIORITÉS D'AFFAIRES DES ENTREPRISES

Le CEFRIO a questionné les entreprises sur leurs priorités d'affaires, notamment en lien avec différents défis comme l'innovation, la productivité, la collaboration et, bien évidemment, le numérique. La **figure 4** présente les priorités des répondants, en ordre décroissant.

FIGURE 4

Les priorités d'affaires de l'industrie aérospatiale

Base : total des répondants (n=50)



Q. Sur un horizon de 1, 2, ou 5 ans, votre entreprise a-t-elle l'intension de... ?
(choix de réponse: déjà en place ou en cours d'implantation; horizon de 1 à 5 ans; ; non, pas l'intention; je ne sais pas / ne s'applique pas)

L'EFFICACITÉ ET LA VOLONTÉ D'INNOVER

On constate que les entreprises aspirent à une plus grande efficacité interne. Cette priorité fait consensus, suivie de près par l'innovation. Les fournisseurs innoveront déjà grâce au développement de leurs produits, tandis que les sous-traitants disent vouloir le faire, mais dans un avenir rapproché.

S'améliorer « en continu », voilà une pratique à laquelle l'aérospatiale est sensible depuis plusieurs années, puisque plus de la moitié des entreprises du secteur affirment avoir implanté des processus d'amélioration continue.

LE NUMÉRIQUE

Le numérique suscite un grand intérêt. Les entreprises affirment vouloir s'engager dans cette voie. Toutefois, on marque une divergence dans le passage de la volonté à l'action. En effet, les fournisseurs s'y sont déjà engagés, tandis que les sous-traitants envisagent de le faire à moyen terme. Ce constat fait écho aux intentions d'investissement dans les TIC dans les 12 prochains mois (voir le **tableau 3**).

En matière de compétences numériques, ce sont surtout les sous-traitants qui disent vouloir améliorer celles de leur personnel. Ils envisagent de le faire dans un horizon d'un à cinq ans seulement. En revanche, près du tiers des fournisseurs affirment ne pas avoir l'intention de le faire.

En ce qui concerne les solutions de gestion d'entreprise, environ 60 % des sous-traitants déclarent vouloir optimiser l'utilisation de l'ERP dans un avenir rapproché. Cette proportion chute au tiers chez les fournisseurs.

LES RELATIONS D'AFFAIRES

Tant les fournisseurs que les sous-traitants désirent étendre leur présence à l'international. Ces derniers sont toutefois proportionnellement plus nombreux à avoir la volonté de le faire, notamment à court ou à moyen terme, tandis que les fournisseurs le font déjà à hauteur de 44 %.

Participer à des projets collaboratifs mondiaux polarise les opinions. La moitié des répondants affirment ne pas en avoir l'intention (ou ne pas savoir), le reste prétendant le faire ou avoir l'intention de le faire, tant chez les sous-traitants que chez les fournisseurs.

Comme on l'a vu dans la section précédente, chez les maîtres d'œuvre, l'heure est à la consolidation des chaînes d'approvisionnement. Pour répondre à ce besoin de leurs clients, des sous-traitants veulent mettre en place des partenariats stratégiques ou fusionner avec d'autres entreprises. On compte même un sous-traitant sur deux désirant s'allier avec une autre entreprise, fusionner avec elle ou l'acquérir dans un avenir rapproché.

INTENTIONS D'INVESTISSEMENT EN TIC

Questionnés sur leurs intentions d'investir dans les TIC, les répondants affirment que les montants iront à la hausse au cours des 12 prochains mois. Toutefois, les opinions divergent entre sous-traitants et fournisseurs. Chez les premiers, le budget alloué aux TIC aura tendance à augmenter, tandis que pour les seconds, il demeurera stable dans une plus forte proportion que dans le reste de l'industrie.

TABLEAU 3

Intentions d'investissement dans les TIC dans les 12 prochains mois

Base: total des répondants (n=50)

INTENTIONS D'INVESTISSEMENT DANS LES TIC	INDUSTRIE AÉROSPATIALE (n=50)	SOUS-TRAITANTS (n=20)	FOURNISSEURS (n=27)	MAÎTRES D'OEUVRE (n=3*)
AUGMENTER	50 %	55 %	44 %	66 %
RESTER STABLE	34 %	25 %	41 %	33 %
DIMINUER	10 %	15 %	7 %	0 %
NE SAIS PAS	6 %	5 %	7 %	0 %

* Petite taille d'échantillon ; les résultats sont présentés à titre indicatif seulement.

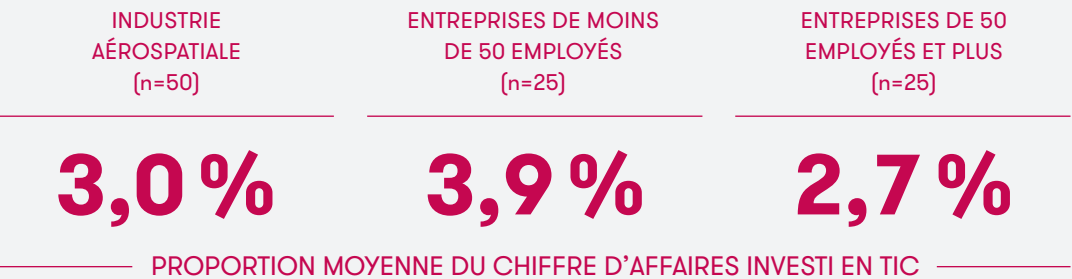
Q. Au cours des 12 prochains mois, le montant investi dans les TIC est-il appelé à...

PROFIL D'UTILISATION DES TIC

TABEAU 4

Pourcentage du chiffre d'affaires investi en TIC selon la taille de l'entreprise aérospatiale

Base : total des répondants (n=50)



Q. À quel pourcentage de votre chiffre d'affaires correspond le montant investi par votre entreprise dans les TIC au cours des 12 derniers mois, incluant les équipements, les licences, les ressources humaines, les services-conseils, la formation et tout autre type d'investissement?

LES RESSOURCES INVESTIES

Le **tableau 4** présente la proportion du chiffre d'affaires investi dans les TIC en moyenne au cours des 12 derniers mois. Les entreprises aérospatiales investissent 3 % de leur chiffre d'affaires dans les TIC. Cette proportion varie en fonction de la taille de l'entreprise. À partir de 50 employés, on remarque que ce ratio diminue légèrement.

Le **tableau 5** illustre que plus de la moitié des entreprises ont investi moins de 100 000 \$ en TIC dans les 12 derniers mois. La taille de l'entreprise est un facteur qui intervient dans les montants investis. À partir de 50 employés et plus, cette somme grimpe significativement en dollars, mais tend à diminuer en proportion du chiffre d'affaires, tel qu'indiqué dans le tableau 4.

TABEAU 5

Montant investi dans les 12 derniers mois par les entreprises de l'aérospatiale

Base : total des répondants (n=50)

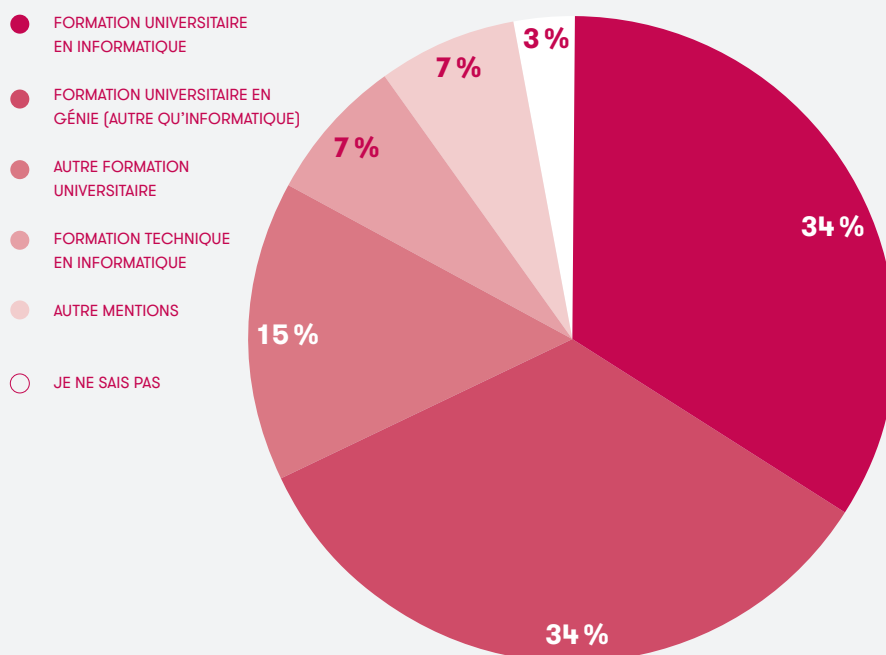
MONTANT INVESTI	INDUSTRIE AÉROSPATIALE (n=50)	ENTREPRISES DE MOINS DE 50 EMPLOYÉS (n=25)	ENTREPRISES DE 50 EMPLOYÉS ET PLUS (n=25)
100 000 \$ ET +	36 %	4 %	64 %
1 À 99 999 \$	54 %	80 %	28 %
AUCUN INVESTISSEMENT	4 %	8 %	0 %
NE SAIS PAS / REFUS	6 %	8 %	8 %

Q. Quel a été le montant approximatif investi par votre entreprise dans les TIC au cours des 12 derniers mois, incluant les équipements, les licences, les ressources humaines, les services-conseils, la formation et tout autre type d'investissement ?

FIGURE 5

Formation du responsable TIC des entreprises aérospatiales

Base : répondants avec ressources internes en TIC (n=41)



Q. Quelle est la formation de la personne à l'interne responsable de prendre les décisions relativement à vos TIC ?

GESTION DES RESSOURCES TI

Au chapitre des ressources responsables des TIC dans l'entreprise, la majorité (82 %) des répondants affirment compter un membre du personnel dévoué à ces technologies.

Si l'on scinde l'échantillon d'entreprises selon le critère de la taille, celles qui ont moins de 50 employés se comportent de manière très semblable, avec une telle ressource dans 80 % des cas. Le fait de posséder une ressource attitrée aux TIC n'est donc pas lié à la taille de l'entreprise, il s'agit plutôt d'une caractéristique du secteur d'activité.

De plus, dans huit cas sur dix, cette ressource est de formation universitaire (voir la **figure 5**). Cette scolarité n'est toutefois pas toujours en informatique : dans les entreprises, le chapeau des TIC est porté dans la moitié (53 %) des cas par un employé dont la formation est celle d'ingénieur autre qu'informatique, ou bien d'une autre discipline universitaire.

La forte présence d'ingénieurs autres qu'informatiques (34 %) au poste de responsable des technologies laisse supposer que ces personnes occupent également d'autres fonctions clés de l'entreprise, notamment en conception, en méthode, en R-D ou encore en production.

CHEZ LES PME ?

Dans l'industrie aérospatiale, huit PME sur dix ont recours à une ressource interne pour la gestion des TIC, un nombre beaucoup plus élevé que dans les entreprises québécoises en général. En effet, en 2011, l'enquête du CEFRIO auprès de PME québécoises (tous secteurs confondus) révélait que seulement 32 % des entreprises comptaient une telle ressource à l'interne. Cela témoigne, en partie, du caractère stratégique de la fonction TIC pour les entreprises de l'aérospatiale.

80 %



des PME de l'aérospatiale emploient une ressource attitrée aux TIC.

32 %



des PME québécoises emploient une ressource attitrée aux TIC.*

Q. Votre entreprise dispose-t-elle, à l'interne, d'une personne responsable de prendre les décisions relativement à vos TIC ?

* Source : CEFRIO, NetPME 2011 – L'utilisation des TIC par les PME canadiennes et québécoises, août 2011, 134 p.

LOGICIELS UTILISÉS DANS L'INDUSTRIE

Lorsqu'on interroge ces entreprises sur les progiciels utilisés, on remarque l'empreinte significative de certains logiciels de CAO (Catia, SolidWorks et AutoCAD). Le progiciel de type ERP le plus utilisé par les répondants est JobBOSS. La **figure 6** présente les différentes solutions citées par les répondants lors de l'enquête du CEFRIQ. La taille des caractères est proportionnelle au nombre d'utilisateurs du progiciel.

FIGURE 6

Progiciels utilisés dans l'industrie aéronautique québécoise

Base : progiciels cités par les répondants (n=138)

Dessin et conception assistés par ordinateur

CATIA
SOLIDWORKS
AUTOCAD
NX
PRO/ENGINEER
MASTERCAM
MENTOR GRAPHICS
NASTRAN
CADENCE
INVENTOR
PATRAN
ANSYS
VISUAL CADD
PADS
SOLID EDGE
RDM6
ICEM
CFD
HYPERMESH
BRICSYS

Gestion

JOBBOSS
MICROSOFT DYNAMICS
EZ MRP
SAP
SOUTHWARE
INFOR
ENOVIA
VISUAL MANUFACTURING
GENIUS SOLUTIONS
INTUITIVE
NOTIXIA
DDM
VAULT
ISOVISION
XEROX SCANFLOWSTORE
EPICOR
MXP
MAXQ
CIMNET SYSTEMS
TORTOISEVN
CONFLUENCE
MOVEX
ADVENTNET
ADOBE
FALTEC
PRODUCT CENTER
PROJECT SERVER
SHAREPOINT
EPSILIA
PARADIGM
EXCEL
E SALES
BAAH
MASTERCONTROL
UNIPONT
SYTELINE
CENIT

NOTE : La taille des caractères correspond à l'importance de l'utilisation du logiciel chez les répondants.

Q. Veuillez indiquer le nom du logiciel utilisé dans votre entreprise pour chacune des technologies suivantes (Conception assistée par ordinateur, Ingénierie assistée par ordinateur, Gestion des données produit, Progiciels de gestion intégré, Gestion électronique des documents, progiciels de gestion de la chaîne logistique, Progiciels de gestion de la relation client) ?

PERCEPTION À L'ÉGARD DE L'UTILISATION DE PROGICIELS

Afin de mesurer le confort d'utilisation de ces progiciels, le CEFRIO a demandé aux usagers de la qualifier, à savoir si elle est optimale ou non (voir la **figure 7**).

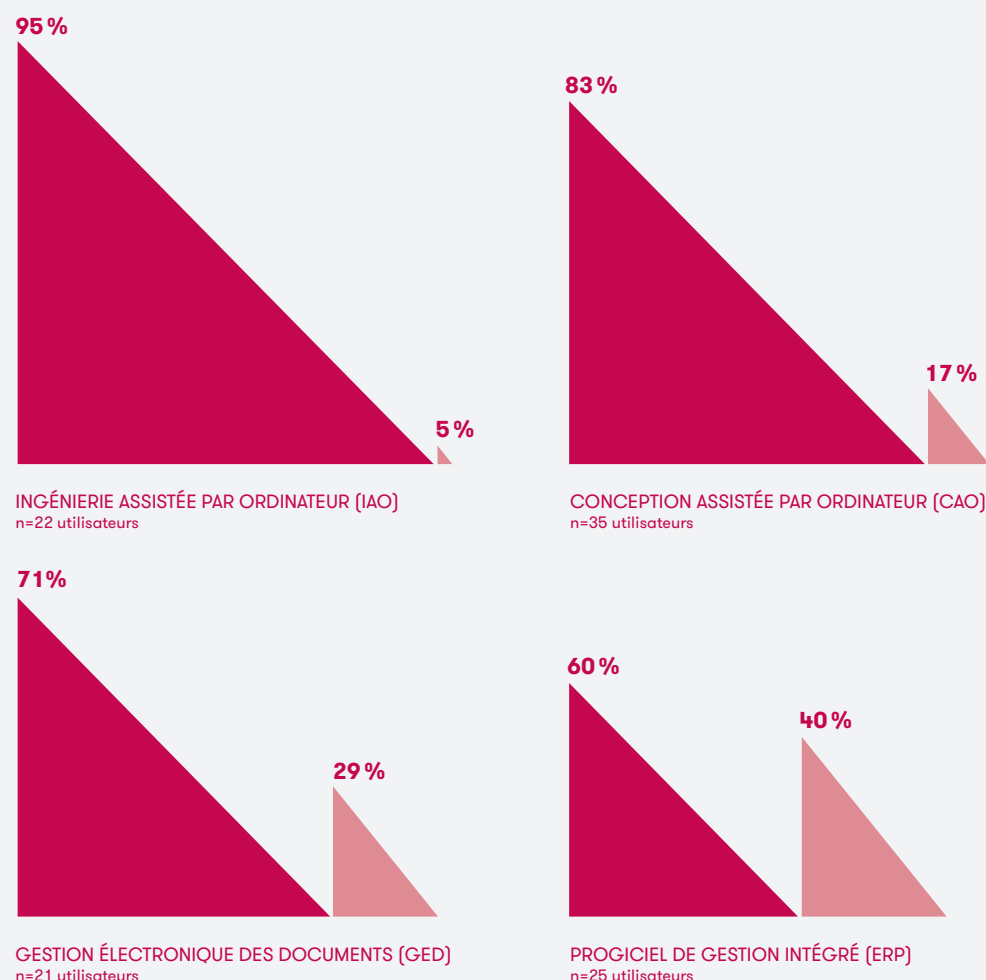
Selon une forte majorité d'usagers, le dessin et l'ingénierie assistés par ordinateur sont utilisés de manière optimale. La perception des répondants

diffère à propos des progiciels de gestion intégrés (ERP), puisque seuls les deux tiers affirment les utiliser de manière optimale. Des efforts restent donc à faire pour tirer pleinement parti de ces progiciels. Rappelons d'ailleurs que c'est l'une des priorités d'affaires citées par les sous-traitants à court et à moyen terme.

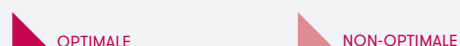
FIGURE 7

Perception des répondants à l'égard de leur utilisation de progiciels

Base: utilisateurs de progiciels (excluant NSP)



LÉGENDE



Q. Comment percevez-vous l'utilisation par votre entreprise des progiciels auxquels elle a actuellement recours (non optimale/non optimale) ?

CARTOGRAPHIE DE L'INTÉRÊT ENVERS LES TIC

Toujours sous l'angle de la composition de la main-d'œuvre, **les figures 9 et 10** mettent en relation le niveau d'utilisation de 27 technologies (l'axe horizontal) et les intentions d'investissement dans ces dernières (l'axe vertical). Ces figures permettent de mesurer l'intérêt à leur égard.

Dans les entreprises à forte présence en main-d'œuvre de production (60 % et plus), on remarque les 4 tendances suivantes :

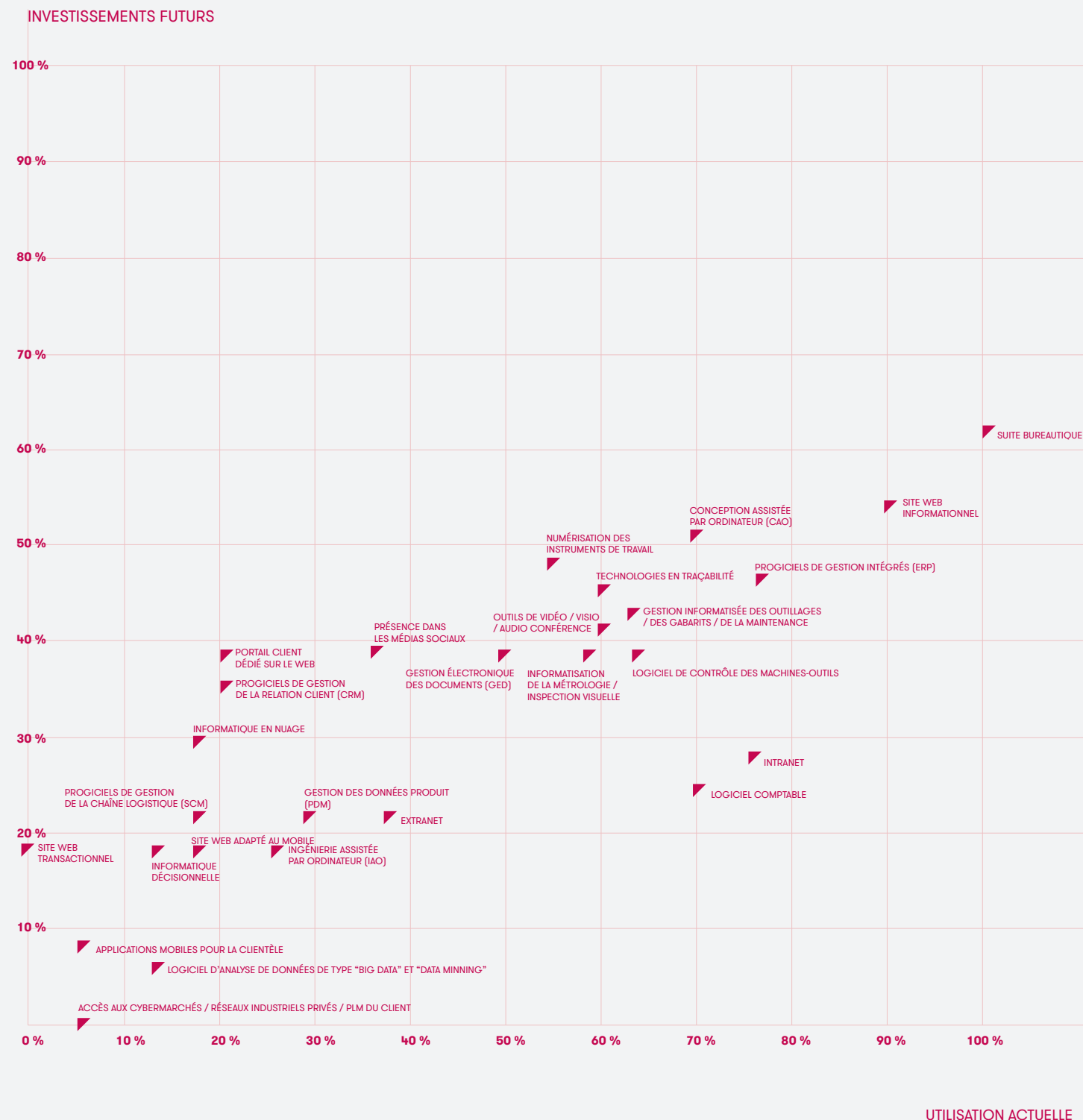
- 1** Un intérêt certain à l'égard des technologies de production, de conception et de documentation. Les progiciels de gestion (ERP), les logiciels de contrôle des machines-outils et la CAO sont répandus, un préalable de base pour ces industriels qui, d'ailleurs, réitèrent leur intention d'y investir.

Sur le plan de la production, les entreprises prévoient un réinvestissement dans les technologies suivantes : la numérisation des instructions de travail, la gestion informatisée de l'outillage, le progiciel de gestion (ERP), le logiciel de contrôle numérique et les outils numériques de traçabilité. Des investissements qui sont cohérents avec la première priorité d'affaires des entreprises, soit l'amélioration des procédés internes.
- 2** Un désintérêt à l'égard des logiciels comptables ? Ils demeurent pourtant utilisés. Dès lors, ce faible réinvestissement pourrait s'expliquer par le fait qu'il s'agit d'une technologie déjà mature et bien implantée ou bien par une préférence pour un module comptable inclus dans un ERP.
- 3** Un appétit mitigé pour les technologies de gestion de l'interface interne/externe. Peu utilisées dans l'ensemble, certaines technologies, comme le portail client et le CRM, suscitent tout de même des intentions d'investissement significatives de la part des répondants, tandis que l'extranet et les progiciels de gestion de la chaîne logistique génèrent moins d'intérêt. Les entreprises expriment dans ces choix technologiques une intention d'intensifier l'échange d'information avec leurs clients.
- 4** Un investissement soutenu dans les sites Web informationnels, qui souligne une préoccupation constante des entreprises d'améliorer leur image. L'intérêt pour les médias sociaux, encore peu utilisés jusqu'à présent, n'est pas étranger au souhait de susciter l'attention de la jeune génération de travailleurs.

FIGURE 9

Cartographie des usages et des investissements en TIC dans les entreprises à forte présence en main-d'œuvre de production (60% et +)

(n = 24)



Q. [Axe horizontal] Veuillez indiquer pour chacune des technologies suivantes, quelles sont celles dont fait usage **actuellement** votre entreprise ?

Q. [Axe vertical] Veuillez indiquer pour chacune des technologies suivantes, quelles sont celles pour lesquelles vous prévoyez faire un investissement d'ici les 12 prochains mois ?

Dans les entreprises à forte présence en main-d'œuvre d'ingénierie (20 % et plus), on remarque les 6 tendances suivantes :

- 1 Un intérêt pour les logiciels de conception, mais également pour les communications vers l'externe : site informationnel, outil de visioconférence, médias sociaux et extranet.
- 2 L'utilisation d'une technologie de gestion plus souple comme un logiciel comptable, à l'inverse de l'ERP, qui est quant à lui davantage utilisé par l'autre groupe d'entreprises (voir la **figure 9**).
- 3 Un intérêt constant pour l'intranet. L'outil se veut, entre autres, un facilitateur de la collaboration entre les employés dans l'entreprise et ceux qui sont en résidence chez les clients.
- 4 Des investissements prévus pour les nouvelles technologies que sont la gestion des données de la production et le site transactionnel. Cette tendance rend compte de la volonté des entreprises de faciliter la relation client et d'étoffer la famille de technologies de communication déjà en place.
- 5 Une polarisation autour de la volonté des entreprises de réinvestir dans des outils de gestion documentaire GED ou encore de gestion (ERP et numérisation des tâches de travail).
- 6 Un curieux manque d'intérêt envers les progiciels de gestion de la relation client (CRM). Pourtant, les nouvelles plateformes CRM avancées permettent l'intégration de plusieurs fonctions déjà utilisées par ces entreprises, par exemple l'intranet, les portails dédiés ou l'extranet.

- 2** L'utilisation d'une technologie de gestion plus souple comme un logiciel comptable, à l'inverse de l'ERP, qui est quant à lui davantage utilisé par l'autre groupe d'entreprises (voir la **figure 9**).

- ### 3 Un intérêt constant pour l'intranet. L'outil se veut, entre autres, un facilitateur de la collaboration entre les employés dans l'entreprise et ceux qui sont en résidence chez les clients.

- 4** Des investissements prévus pour les nouvelles technologies que sont la gestion des données de la production et le site transactionnel. Cette tendance rend compte de la volonté des entreprises de faciliter la relation client et d' étoffer la famille de technologies de communication déjà en place.

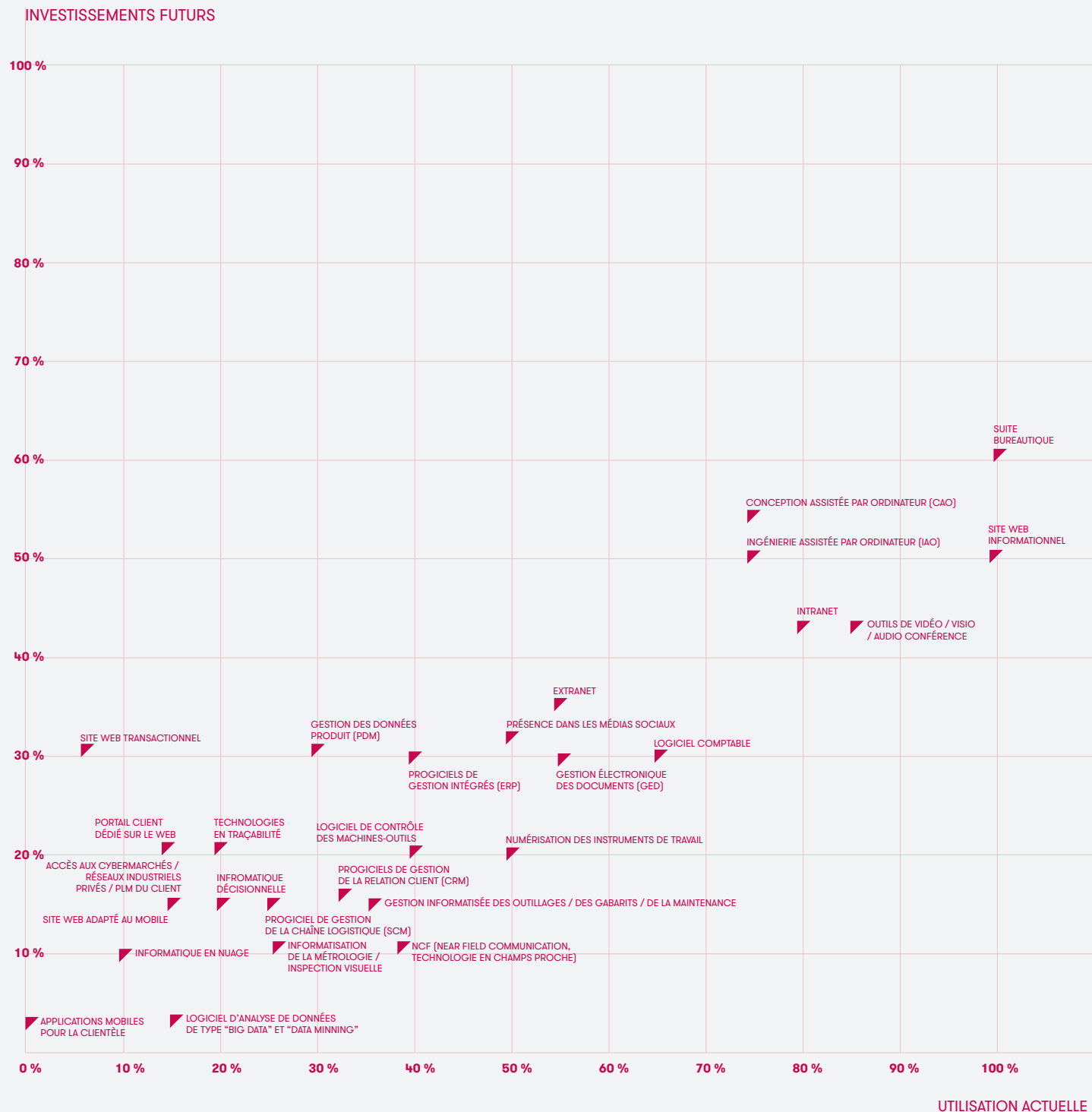
- 5** Une polarisation autour de la volonté des entreprises de réinvestir dans des outils de gestion documentaire GED ou encore de gestion (ERP et numérisation des tâches de travail).

- 6** Un curieux manque d'intérêt envers les progiciels de gestion de la relation client (CRM). Pourtant, les nouvelles plateformes CRM avancées permettent l'intégration de plusieurs fonctions déjà utilisées par ces entreprises, par exemple l'intranet, les portails dédiés ou l'extranet.

FIGURE 10

Cartographie des usages et des investissements en TIC dans les entreprises à forte présence en main-d'oeuvre d'ingénierie (20% et +)

(n = 20)



Q. (Axe horizontal) Veuillez indiquer pour chacune des technologies suivantes, quelles sont celles dont fait usage **actuellement** votre entreprise ?

Q. (Axe vertical) Veuillez indiquer pour chacune des technologies suivantes, quelles sont celles pour lesquelles vous prévoyez faire un investissement d'ici les 12 prochains mois ?

MESURE DE L'UTILISATION DES TIC

La **figure 11** présente le niveau d'utilisation de 27 technologies. Les TIC les plus utilisées chez les répondants sont la bureautique de base, le site Web informationnel, l'intranet et la CAO. Les progiciels de gestion intégrés (ERP) sont employés par un peu plus de la moitié des entreprises.

Le choix d'implanter une technologie ou non dépend en grande partie des activités réalisées par l'entreprise. Un regard porté sur la composition de la main-d'œuvre permet de mettre en relief l'utilisation des technologies selon les activités réalisées à l'interne⁹. Ces différences sont encadrées dans la figure 11.

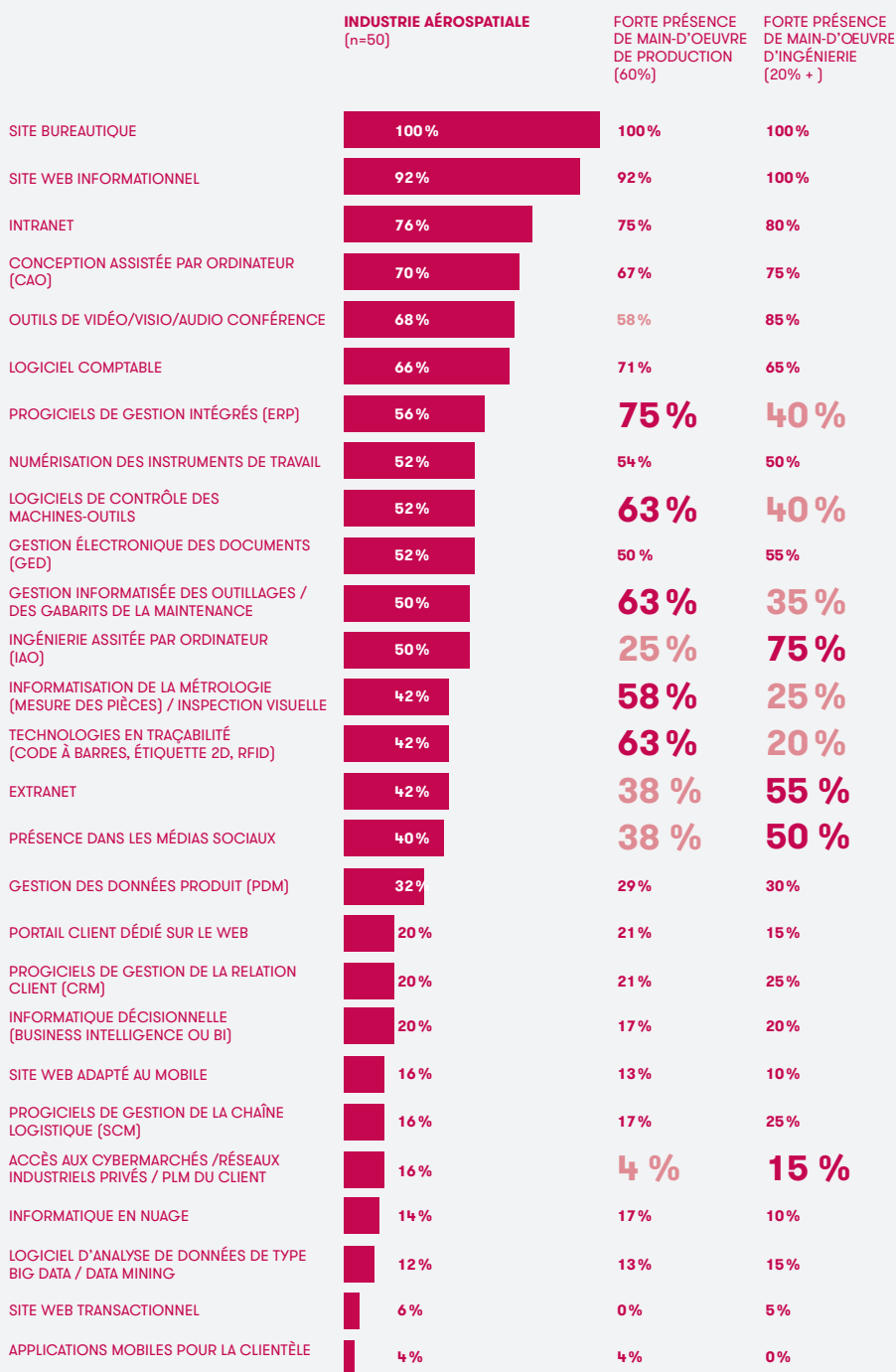
En somme, voici ce qu'il faut retenir :

- Dans les entreprises dont la main-d'œuvre est composée à plus de 60 % de personnel de production, ce sont surtout les technologies de production (outillage, métrologie, traçabilité) et de gestion d'entreprise (ERP) qui sont utilisées.
- L'ERP est exploité dans 75 % des entreprises dont la majorité des employés (60 % et plus) se consacre à la production. Cette technologie répond aux besoins de planification des sites de production. En contrepartie, seules 40 % des entreprises à forte composante en main-d'œuvre d'ingénierie utilisent un ERP; le travail de conception se prêtant mal à la normalisation et aux processus de cette technologie. La gestion d'entreprise semble être soutenue davantage par des petites solutions non intégrées telles que des logiciels comptables.
- Dans les entreprises à forte composante en main-d'œuvre d'ingénierie, les outils de communication et de collaboration avec l'externe (outils de vidéo/visio/audioconférence, extranet, médias sociaux) ont plus tendance à être utilisés, tout comme les outils de conception (ingénierie assistée par ordinateur, utilisation du PLM du client).
- Dans les deux groupes d'entreprises, des outils comme la CAO ou des pratiques comme la GED sont implantés à hauteur semblable.

FIGURE 11

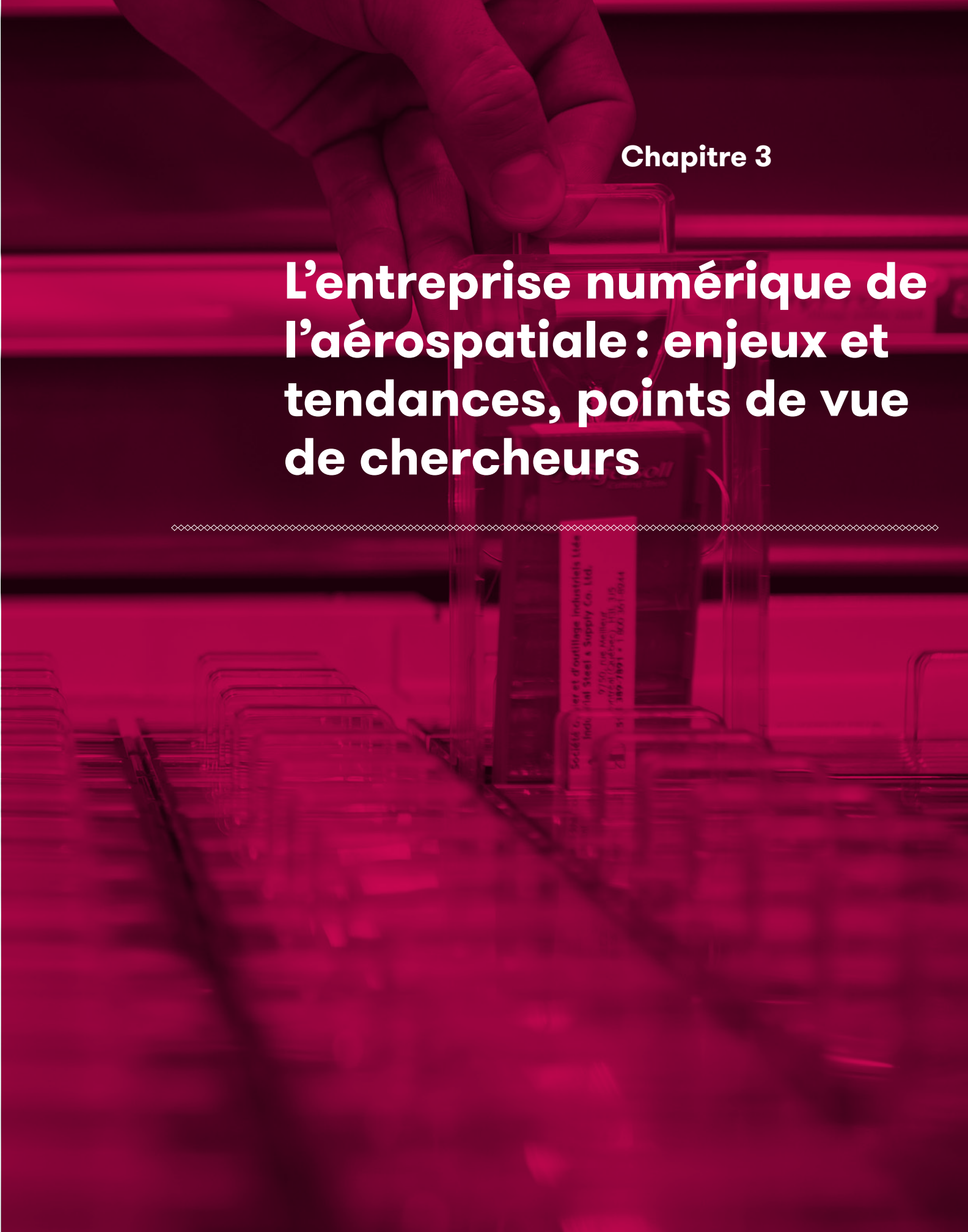
Utilisation actuelle des TIC dans l'industrie aérospatiale

Base : total des répondants (n=50)



Q. Veuillez indiquer pour chacune des technologies suivantes, quelles sont celles dont fait usage **actuellement** votre entreprise.

⁹ Pour rappel, ces groupes ont été constitués sur la base des réponses à la question de la composition de la main-d'œuvre chez le répondant. D'un côté, les entreprises composées d'employés de production à 60 % et plus; de l'autre, celles dont le personnel est formé de 20 % et plus d'ingénieurs (voir la section La composition de la main-d'œuvre).

A hand is shown holding a small, clear, rectangular electronic component. Below the hand is a tray containing many similar components, suggesting a manufacturing or assembly process. The entire image is overlaid with a semi-transparent red filter.

Chapitre 3

L'entreprise numérique de l'aérospatiale : enjeux et tendances, points de vue de chercheurs

Entretien avec les chercheurs Robert Pellerin (École Polytechnique de Montréal) et Louis Rivest (École de technologie supérieure)

La transformation de l'industrie aérospatiale, exprimée précédemment dans ce portrait, intensifie de manière importante l'usage des TIC dans les organisations. L'entreprise de demain est résolument numérique, et pour comprendre les défis liés à cette transition vers de nouvelles technologies, le CEFRIO s'est entretenu avec Robert Pellerin, professeur titulaire au Département de mathématiques et de génie industriel de l'École Polytechnique de Montréal, et Louis Rivest, professeur titulaire au Département de génie de la production automatisée de l'École de technologie supérieure.

LE PASSAGE VERS L'ENTREPRISE NUMÉRIQUE : EXPLOITER LES DONNÉES NUMÉRIQUES

D'entrée de jeu, les deux chercheurs sont interrogés sur la définition de l'entreprise numérique. Louis Rivest explique : « L'entreprise numérique met de l'avant l'idée selon laquelle son système d'information – et l'information qu'il met en valeur – est au cœur de sa stratégie. En aérospatiale, l'entreprise optimise la définition, le partage et l'exploitation des données numériques associés aux produits et aux processus afférents. Elle s'assure que la bonne version d'une information est accessible et utilisée, et ce, autant lors de la phase d'innovation, via des systèmes de type PLM (Product Lifecycle Management), que lors de la phase de réalisation, via des systèmes de type ERP. »



LOUIS RIVEST,
École de technologie supérieure

M. Pellerin souligne ce besoin de l'entreprise d'exploiter davantage ses données numériques pour s'améliorer sur une base continue. Le professeur résume les stades de maturité caractérisant bien souvent le passage au numérique de l'entreprise que sont la normalisation des données, leur centralisation et, enfin, leur exploitation.



ROBERT PELLERIN,
École Polytechnique
de Montréal

Il insiste d'abord sur la normalisation des processus et des données qui s'y rattachent par l'adoption de systèmes d'information : « Le passage d'un processus manuel à un processus informatisé, en tout ou en partie, permet d'obtenir certains gains d'efficacité locaux. Toutefois, des systèmes développés ou achetés indépendamment peuvent éventuellement créer une duplication de données et donc, obliger la copie ou le transfert d'une masse d'information. »

Pour contrer cette perte d'efficacité, les entreprises ont donc recours à un système d'information intégré, comme l'ERP. Robert Pellerin ajoute : « Le système intégré amène une plus grande standardisation et une centralisation des données de l'entreprise. Un système intégré, s'il est bien utilisé, évite de multiplier les sources ou les supports d'information. Une fois ses données centralisées, l'entreprise peut ensuite chercher à réellement les exploiter et viser une prise de décision en temps réel sur le lieu de production. »

L'ENTREPRISE NUMÉRIQUE EST-ELLE SANS PAPIER ?

Certains industriels parlent aujourd'hui du concept d'**usine sans papier**, où chaque employé de l'usine verrait son efficacité augmenter grâce à l'informatisation des documents et à leur accès en temps réel. Sur cette question, M. Rivest hésite cependant sur le terme « sans papier », qu'il trouve trop limité, et précise : « Ce concept était utilisé dans les années 1990, lors de l'introduction des courriels dans les processus de travail. Aujourd'hui, on parle plutôt d'entreprise numérique, qui met l'accent sur les données numériques et leur exploitation, plutôt que sur l'élimination du support papier. »

À cette observation, Robert Pellerin ajoute qu'« il ne faut pas rejeter en bloc l'utilisation du papier, surtout qu'il peut être un support très efficace pour plusieurs processus de travail. Donc, pour les chefs de PME intéressés par l'élimination du papier, le but ne devrait pas être de réduire leur utilisation du papier absolument, mais d'améliorer leurs processus d'affaires. »

On note dans l'industrie cette tendance chez certains industriels de combiner la pratique d'amélioration continue des processus et le recours à des technologies mobiles.

Dans les entreprises d'usinage, les processus sont typiquement soutenus par le papier : plans de production, dessins techniques, bons de commande, documents d'inspection signés, etc. Plusieurs entreprises ont standardisé leurs processus et lorgnent du côté des technologies mobiles pour résoudre la multiplication des sources d'information et faciliter la consultation des documents clés.

Louis Rivest explique alors : « Les entreprises vont souhaiter mettre à profit la technologie récente, soit le support tablette, les écrans tactiles, des applications d'annotation et la signature électronique pour faciliter la consultation et la collecte de données en temps réel dans l'usine. Un employé de production consulte, sur un support mobile, le plan de production, le dessin technique et les instructions de travail qui peuvent même être accompagnés de vidéos illustrant des processus de fabrication complexes. »

Les chercheurs rappellent que le concept d'usine sans papier repose davantage sur une révision ou une optimisation des processus de travail que sur l'implantation des technologies en soi. Ainsi, disent-ils, le défi est moins d'ordre technologique qu'organisationnel. Aujourd'hui, l'accessibilité des tablettes facilite la numérisation des processus.

Le retrait du papier et la numérisation d'un processus peuvent-ils être source de résistance chez les employés qui ont des habitudes bien ancrées ? À cette question, Robert Pellerin répond : « C'est la routine qui est source de confort, plus que le papier. Si on enlève le papier, mais qu'on définit une routine très claire pour l'employé, on facilite la transition tout en améliorant le processus. »

L'ENTREPRISE NUMÉRIQUE EST-ELLE INTELLIGENTE ?

En référence aux récents investissements annoncés par **Pratt & Whitney Canada** (voir l'encart), le CEFRIO questionne les chercheurs sur un autre concept émergent : celui de « chaîne de fabrication intelligente », qui se rapporte à la capacité d'une entreprise à exploiter des données de fabrication en temps réel pour réguler les flux de production en amont.

« L'une des grandes tendances est de faire réagir les lignes de production sur la base des données d'inspection. Si la production dérive, les données d'inspection communiquent directement avec les machines de production. On espère ainsi détecter un problème de qualité avant même qu'il surgisse. Les lignes de production s'autorégulent », explique Louis Rivest.

Cette intelligence peut également s'alimenter depuis les données générées en amont, lors de la conception du produit, et contenues dans les maquettes numériques dites enrichies. Le terme « enrichi » fait référence aux annotations (tolérances et dimensions) incluses au sein de la maquette numérique et donc, associées en 3D à la géométrie des pièces. Les maquettes numériques enrichies permettent de ce fait l'élimination des dessins traditionnels en 2D typiquement utilisés jusqu'ici pour transmettre les annotations, notamment.

Louis Rivest précise alors qu'à l'avenir, « il y aura une meilleure intégration des maquettes numériques enrichies dans les processus d'inspection. C'est très prometteur. Aujourd'hui, les processus d'inspection sont encore en grande partie basés sur les plans d'ingénierie traditionnels en 2D, alors que les données de définition du produit fournies par le client sont en 3D et que l'inspection est en 3D. On pourrait certainement revoir le processus et générer les programmes d'inspection automatiquement à partir de la maquette numérique enrichie. »

PRATT & WHITNEY CANADA

investira 275 millions de dollars sur 5 ans dans les technologies de pointe et obtiendra un prêt non remboursable de 19 millions du gouvernement du Québec.

Le 28 octobre 2013, l'entreprise annonçait la création d'un Centre d'excellence mondial en fabrication intelligente, devant permettre le déploiement de trois cellules intelligentes dotées d'équipements et de technologies de pointe. Ces nouvelles lignes de production seront entièrement intégrées et ultra-performantes. Dotées de nouvelles technologies d'automatisation, de contrôle de procédés en boucle fermée et d'usinage ultra-précis, ces lignes se consacreront à la production de composantes clés pour la nouvelle génération de famille de moteurs.

Ces investissements serviront aussi à soutenir le développement de la fabrication, du montage, des essais et des technologies de l'information de l'entreprise, ce qui lui permettra de continuer à améliorer la productivité, l'innovation et les technologies dans ses installations du Québec.

Source : Marketwired.com, « Pratt & Whitney Canada Invests \$275 Million in Cutting-Edge Technologies and Upgrades to its Facilities », [En ligne], 28 octobre 2013. (Consulté en ligne le 16 janvier 2014).

Questions & réponses sur le rôle du numérique dans la gestion de la production

La prédominance des progiciels de gestion intégrés (ERP) dans l'usine aérospatiale est clairement révélée dans les résultats de sondage. Cependant, plusieurs répondants soulignent que l'utilisation de leur ERP n'est pas optimale. S'il est d'emblée convaincu que l'ERP est un outil indispensable dans l'entreprise, M. Pellerin propose de revoir aussi les processus et systèmes qui interviennent dans la gestion de la production, cette facette étant peu ou mal supportée par les systèmes ERP.

CEFRIO

Le numérique est bien présent dans le secteur aérospatial, notamment sur le lieu de production. Comment pourrait-on décrire simplement les différentes familles de systèmes que l'on retrouve dans une PME aérospatiale ?

Robert Pellerin : Il y a effectivement différents types de systèmes que l'on peut distinguer par leur portée sur les opérations de production (voir figure 12).

La première couche numérique de l'entreprise se situe directement au niveau des machines-outils à commande numérique et des cellules robotisées. Quant au plan de production, il est généré par la deuxième couche numérique, dite de gestion (niveau de l'ERP). L'ERP, très présent dans les entreprises manufacturières, est un outil de

planification qui relie les services de l'entreprise par ses processus (fabrication, vente et distribution du produit). Un ERP est donc par définition intégrateur et se compose de plusieurs modules couvrant l'approvisionnement, la production, la distribution/vente, les finances, etc. La couverture d'un progiciel ERP varie selon les options choisies par le client, et il peut être complété par d'autres systèmes de gestion comme les CRM (gestion de la relation client) et les SCM (gestion de la chaîne d'approvisionnement).

FIGURE 12

Portée des progiciels de gestion

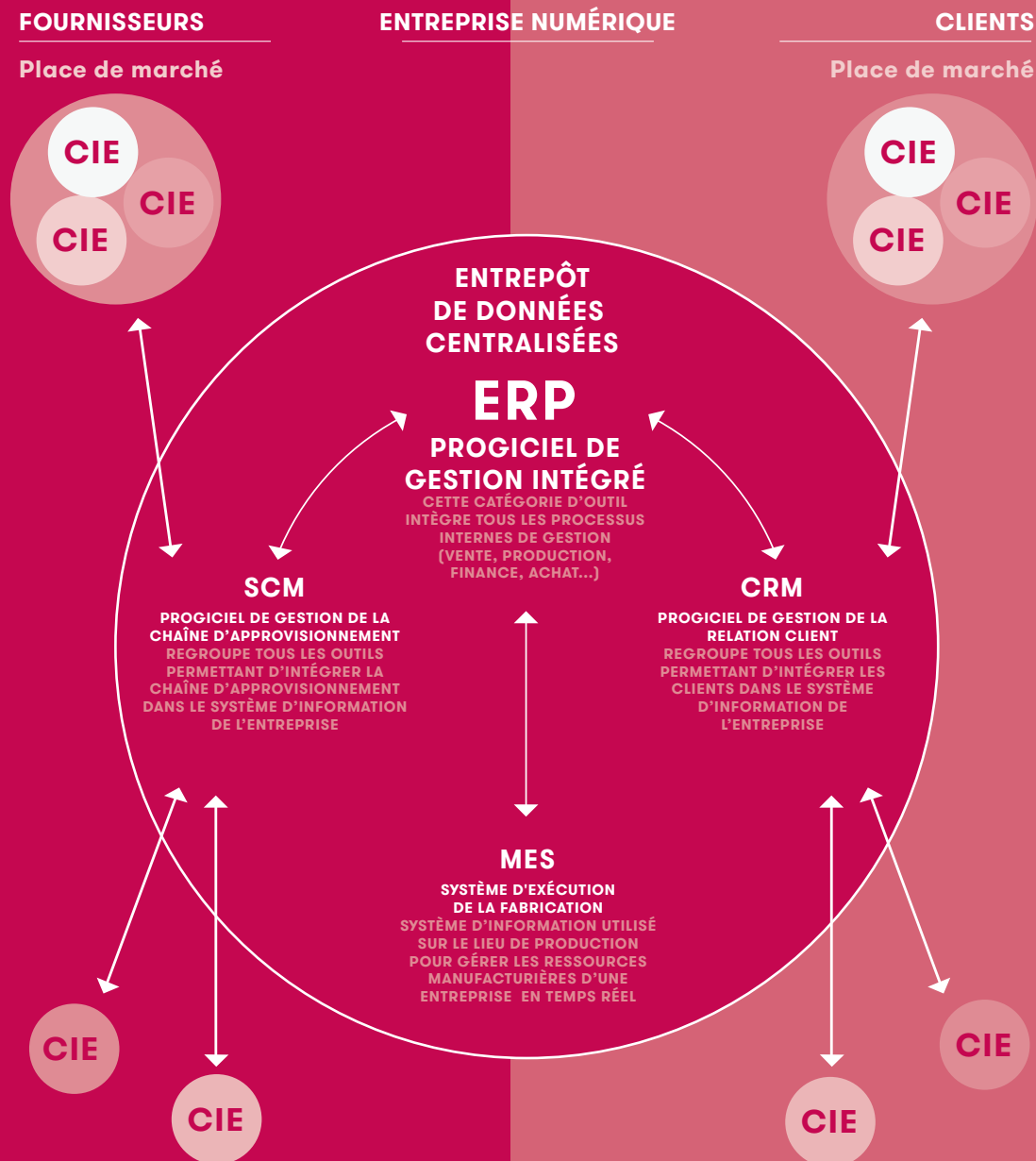


FIGURE 13

SYNCHRONISATION DU PLANCHER DE PRODUCTION



Source : courtoisie de Robert Pellerin, École Polytechnique de Montréal

CEFRIQ

Quelle est la couche intermédiaire entre les machines-outils à commande numérique et les outils numériques de gestion comme l'ERP ?

Robert Pellerin : C'est la couche d'exécution qui est bien souvent supportée par des systèmes de type MES (système d'exécution de la fabrication). Ils relient ainsi l'ERP, qui planifie la production sur un horizon de temps d'un jour à un mois, et les machines et employés, dont l'horizon de planification s'exprime en secondes et en minutes. Si l'ERP sert à planifier, le MES sert quant à lui à contrôler et à optimiser en temps réel les opérations de production. Dès qu'une déviation s'installe, on peut la repérer, réaffecter les efforts et corriger le plan de production initial (voir Figure 13).

CEFRIQ

Concrètement, quels sont les avantages du MES dans l'entreprise aéronautique ?

Robert Pellerin : Sur un lieu de production, rien ne se passe jamais comme prévu : un employé manque à l'appel, on cherche une pièce dans le stock, un outil se brise et doit être changé, etc. Très rapidement, on doit revoir son plan. La replanification constitue la tâche principale du gestionnaire de production, dans une PME. En effet, un plan de production devient rapidement désuet. Le MES facilite ce travail de replanification en générant les bons temps de réalisation, la consommation des matières, le nouvel ordonnancement des tâches et les indicateurs de qualité.

Les travailleurs de production voient un gain immédiat avec le MES, ce qui n'est pas le cas des ERP, surtout utilisés par la direction. Dans un ERP, le machiniste entre des données, mais celles-ci n'ont pas d'effet direct sur son travail. Le MES donne une rétroaction directe aux gens de la production.

Enfin, le MES génère une quantité très importante de données, ce qui peut constituer un défi de gestion pour une PME.

CEFRIQ

Dans le secteur aéronautique, on parle beaucoup de robotisation. Pourquoi une entreprise investirait-elle dans la robotisation, plutôt qu'en optimisation de production avec un MES ?

Robert Pellerin : La PME investit temps et argent là où les gains de productivité à court terme sont les plus grands et, aussi, aisément calculables. Pour une pièce ou une famille de pièces produites à grand volume, le gain de productivité d'une robotisation est facilement calculable et alléchant. Un robot est très pertinent si le processus est bien contrôlé, si la production est grande et peu variable.

Pour une production diverse, avec de petits lots de production, les gains obtenus par une coordination efficace du lieu de production peuvent être importants. Dans ce cas, l'optimisation de l'utilisation de l'ERP et l'implantation d'un MES peuvent être très payants.

LE ERP : FACTEURS D'UNE INTÉGRATION RÉUSSIE

CEFRIO

Les entreprises sondées lors de l'enquête du CEFRIO possèdent presque toutes le système de gestion intégré (ERP), cependant leurs aptitudes dans l'utilisation du progiciel sont variables. Pourquoi tant de défis dans l'utilisation d'un outil pourtant nécessaire et rodé ?

Robert Pellerin : Les problèmes liés à l'ERP dans les PME sont plus souvent d'ordre organisationnel que technique. D'abord, bien des PME surestiment les résultats qu'elles peuvent tirer d'un ERP et sous-estiment les efforts à consentir pour les atteindre. Si les processus de l'entreprise sont plus ou moins bien définis, l'utilisation d'un système, par définition standardisé, n'aidera pas. De plus, les cas d'échec d'implantation sont souvent liés au fait qu'une entreprise cherche à informatiser d'abord ses parties les plus faibles. C'est compréhensible, mais ce n'est pas nécessairement la bonne stratégie. Il faut toujours bâtir sur des cas de succès, des porte-étendard dans l'organisation.

Aujourd'hui, on trouve beaucoup de solutions développées pour la PME à des prix concurrentiels. Cependant, ces solutions offrent moins de capacités de personnalisation que les grands systèmes ERP plus coûteux. Les transformations organisationnelles requises sont donc plus grandes. La PME doit être prête à changer ses façons de faire pour s'adapter à l'outil.

CEFRIO

Vous constatez donc que le défi de l'ERP est humain davantage que technologique ?

Robert Pellerin : Il y a de moins en moins de cas de problème technologique majeur avec ce type de système. Les choix des entreprises, tant en ce qui concerne leur sélection que la façon de les mettre en place, sont souvent responsables des échecs liés à l'utilisation des ERP. Il y a ainsi une distinction à faire entre installer un logiciel et l'intégrer. Il y a une dizaine d'années, les projets d'ERP connaissaient un taux d'échec beaucoup plus grand, jusqu'au moment où **les chefs d'entreprise ont réalisé que ce n'était pas une question d'informatique, mais une question d'organisation et d'implication de la direction dans le processus.**

Enfin, la sélection du logiciel est une étape très importante dans laquelle l'entreprise doit s'investir. La solution parfaite n'existe pas, et aucun système ne répondra à tous les besoins. Une entreprise doit consacrer du temps au processus de sélection et en demeurer le chef d'orchestre. Elle peut certes être accompagnée par un consultant dans ce processus, mais elle doit se mobiliser pour ce projet, d'autant qu'il aura un effet sur les façons de faire des employés.

CEFRIO

Les coûts des logiciels de gestion intégrés ont beaucoup diminué dans les dernières années. Combien une entreprise doit-elle déboursier aujourd'hui pour implanter un ERP ?

Robert Pellerin : Disons qu'en moyenne, une entreprise qui réalise un processus d'implantation d'ERP dans les règles de l'art (voir l'encart) doit être prête à investir entre 2 et 4 % de son chiffre d'affaires dans l'implantation. Évidemment, les coûts dépendent en grande partie du niveau initial d'informatisation de l'entreprise. Il s'agit donc

d'un investissement très important. À l'intérieur de cette enveloppe, notons les coûts des licences, sans compter leur renouvellement, qui peut aller jusqu'à 20 % du prix du système. Les coûts de consultation du fournisseur représentent souvent deux à trois fois celui des licences.

CEFRIO

En conclusion, les cas de réussite d'intégration d'ERP reposent sur quels facteurs, selon vous ?

Puisqu'un logiciel ne répondra pas à tous ses besoins, l'entreprise doit d'entrée de jeu accepter de changer ses manières de faire. Je dirais donc qu'une entreprise qui souhaite mettre toutes les chances de son côté devra :

- suivre une démarche formelle de sélection d'une solution;
- limiter la personnalisation du système ;
- restreindre la portée du projet d'intégration ;
- se concentrer sur l'adoption du système par les usagers.

UN PROCESSUS DE SÉLECTION DE LOGICIEL DE GESTION INTÉGRÉ, SELON ROBERT PELLERIN

1

Définissez les processus clés de l'entreprise et ceux qui ne doivent absolument pas être touchés. À partir de ces éléments, établissez une liste de besoins essentiels auxquels devra répondre l'éventuel système.

A retenir :

- Acceptez de changer vos façons de faire;
- Plus vous personnalisez un système, plus celui-ci se complexifie et sa mise à jour est difficile.

2

À partir de votre liste des besoins essentiels, faites une présélection (appel d'offres) de plusieurs systèmes. Attention, dans cette deuxième étape, ne cherchez pas simplement à savoir si une fonction est présente ou non, mais bien à comprendre comment cette fonctionnalité se décline dans le système.

A retenir :

- Aucun système ne répondra complètement à vos besoins;
- Attention, la plupart des systèmes possèdent les mêmes fonctionnalités, mais la portée de ces dernières est très variable d'un logiciel à l'autre, de même que leur capacité d'adaptation.

3

Retenez plus d'un système et faites alors une analyse plus détaillée sur les manières dont les fonctionnalités sont intégrées et peuvent se décliner dans votre entreprise et vos processus.

4

Pour une solution potentiellement retenue, estimez l'effet global de l'implantation sans oublier :

- les conséquences sur le travail des employés;
- la formation requise et son coût;
- les coûts des licences et de leur renouvellement;
- les coûts des à-côtés : nouveaux postes de travail, mise à jour du réseau, maintenance.

Pour en savoir davantage sur l'implantation d'un système intégré de gestion, consultez le guide élaboré par le ministère de l'Économie, de l'Innovation et des Exportations disponible en ligne à l'adresse : economie.gouv.qc.ca/sig

Chapitre 4

Des cas réussis d'intégration du numérique

COUP DE PROJECTEUR SUR DES PRATIQUES NUMÉRIQUES INNOVANTES.

Le CEFRIO a recueilli des témoignages d'entreprises d'ici pour appuyer par des exemples concrets les statistiques sur l'usage du numérique dans les PME. Ces témoignages constituent des points de vue complémentaires du rôle et de l'influence du numérique.

Aérospatiale Hemmingford

S'ORGANISER POUR LIVRER... À TEMPS !

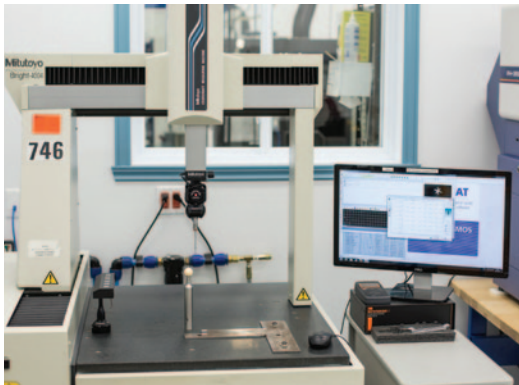
Aérospatiale Hemmingford, une entreprise de 85 employés, est un atelier d'usinage qui se spécialise dans la fabrication et l'assemblage de composants pour moteurs d'avion. Depuis les premiers moteurs PT6 des années 1960, l'entreprise travaille en sous-traitance pour **Pratt & Whitney Canada**. Derrière le slogan de l'entreprise, *Organisé pour livrer*, se cache l'application de pratiques « lean » et de juste-à-temps, un travail de modernisation d'usine qui se poursuit depuis maintenant une dizaine d'années.

*« Il y a dix ans, nos clients demandaient à ce qu'on instaure une norme de qualité ISO. Depuis, nous nous sommes engagés dans un processus d'amélioration continue : nous avons révisé nos processus, cartographié les tâches à valeur ajoutée, réorganisé le travail en familles de produits, diminué nos stocks, mesuré notre performance, etc. Cela nous a permis d'atteindre il y a quatre ans le niveau Supplier Gold, la certification la plus élevée d'UTC, la maison mère de **Pratt & Whitney**! Nous sommes les premiers au Québec à l'avoir obtenue »,* se souviennent Jean-François Garand, directeur des opérations, et Pierre Chenail, consultant pour l'entreprise.

Aérospatiale Hemmingford se classe en 33^e position dans le réseau des 60 000 fournisseurs d'UTC. Plusieurs facteurs expliquent cette bonne performance. L'adoption de normes ISO et AS 9100 a certainement marqué un point de départ, mais l'un des ingrédients clés de son succès est l'implantation réussie, en 2008, d'un progiciel de gestion intégré (ERP).

« Ici, le système d'information travaille pour nous, et non l'inverse. Sans lui, nous devrions travailler beaucoup plus fort, beaucoup plus d'heures, mettre plus de ressources sur la planification. Dans le passé, nous travaillions dans un fichier Excel. En plus de prendre le triple du temps normalement requis, les entrées manuelles augmentaient les risques d'erreurs. Lorsqu'il y avait un changement dans les commandes, nous le captions beaucoup plus tard dans le mois. Aujourd'hui, les changements dans les dates de livraison par le client sont saisis plus rapidement », nous explique le directeur des opérations.

Pour que la production s'adapte aux commandes du client, **Hemmingford** insère dans son progiciel des règles d'ordonnancement basées sur quelques principes : regroupements par famille de produits; premier arrivé, premier servi; date de livraison fixée par le client ; regroupements de lots de pièces par marge négative. Ces énoncés favorisent l'atteinte des objectifs de livraison. Chaque minute de travail est utilisée pour la production des bonnes pièces, selon les priorités établies automatiquement par le progiciel.



L'ERP permet à l'entreprise de mieux structurer ses processus, d'accélérer la prise de décision, d'établir les priorités de la production et de confirmer des livraisons de pièces dans les temps prévus. Avant, les objectifs de livraison dans l'échéancier atteignaient un taux de réussite de 85 %, alors que depuis l'intégration de l'ERP, ce taux se maintient en permanence au-dessus de 95 %. La fenêtre de trois jours accordée par le client pour la livraison est donc toujours respectée.

« L'ERP nous dit si nous respecterons l'échéancier prévu. Si les prévisions diffèrent de la date exigée par le client, nous pouvons le prévenir [le client]. Si c'est positif, le calendrier de production s'ajuste automatiquement et la production suit son cours. »

Également, l'ERP permet de documenter le processus de contrôle qualité grâce à un module adapté. Ce processus de vérification est intégré à la chaîne de montage des pièces tout comme à l'ERP.

« Nous avons des mesures de contrôle qualité en chaîne de montage depuis longtemps. Maintenant, l'ERP nous aide sur les plans de la traçabilité et du suivi de cette vérification. C'est un gage de qualité supérieure », précise M. Garand.

Cette garantie d'excellence se transforme en argument de vente auprès de ses clients. « Les clients exigent de plus en plus du fournisseur une transparence sur les suivis. Si un client me pose une question sur sa commande, grâce à l'ERP, j'ai toujours la bonne réponse. »

Organisé pour livrer trouve aussi écho auprès du maître d'œuvre. Lorsque **Pratt & Whitney** veut diffuser des savoir-faire chez ses fournisseurs ou expérimenter de nouvelles pratiques, **Hemmingford** sert de banc d'essai pour le fabricant de moteurs. **Hemmingford** gère également – avec la même rigueur – un ensemble de fournisseurs pour ainsi s'ajuster aux demandes de ses clients.

« Une PME, c'est un système très compliqué, c'est 600 pièces produites par semaine, près de 2000 à gérer si on inclut les sous-pièces de tous nos fournisseurs. Ce niveau de complexité nous permet de développer des compétences en gestion reconnues par notre client », conclut M. Chenail.



Aérospatiale Hemmingford est la première PME québécoise à avoir obtenu la certification de fournisseur **Supplier Gold** de **Pratt & Whitney**. Jean-François Garand, (à gauche) et Pierre Chenail, (à droite) nous expliquent comment les TIC ont aidé cette entreprise à atteindre ce niveau d'excellence.

Nétur

L'INFORMATION EN TEMPS RÉEL

Une visite chez **Nétur** permet de constater une modernisation récente. Construite en 2012, la nouvelle usine certifiée LEED, située à Saint-Hubert, fabrique et assemble plus de 6 500 pièces par mois pour l'industrie aéronautique. Dans ses anciens locaux, l'entreprise concentre des activités de traitement de surface : lavage, peinture et, prochainement, placage.

La PME de 75 employés développe également de nouvelles pièces à fabriquer. Par année, 145 sont programmées et mises en production. « Nous avons une grande capacité d'absorption dans notre ligne de production, surtout si nous nous comparons à la moyenne de l'industrie, qui se situe à 25 nouvelles pièces par année », note Stéphane Turcotte, vice-président chez **Nétur**.

Le développement de nouvelles pièces est géré par une cellule distincte, et l'équipe documente rigoureusement le processus de fabrication, au millième près. M. Turcotte précise : « En 2011, nous avons intégré des caméras aux machines-outils de la cellule de développement pour évaluer de manière très précise le processus de fabrication et optimiser le cycle de production. »

L'année 2004 est décisive pour l'entreprise, qui décide alors de s'engager dans une démarche de qualité ISO et d'obtenir sa certification AS9100. Pour ce faire, l'entreprise investit dans l'implantation d'un logiciel de type MRP (Manufacturing Resource Planning).

Stéphane Turcotte précise : « Grâce à l'implantation de notre système de gestion intégré, nous avons triplé notre chiffre d'affaires et quadruplé notre capacité de production. Notre MRP nous permet de gérer nos deux sites et, si l'occasion se présentait, d'y intégrer une future acquisition. »

L'intégration la plus complète possible de l'usine était dès le départ l'objectif de l'équipe de projet d'implantation. Stéphane Turcotte précise que l'entreprise a choisi d'implanter les 16 modules de la solution. « Chez nous, l'outil intègre nos activités depuis la soumission du client jusqu'aux inventaires, en passant par les tâches des employés de production. »

Stéphane Turcotte insiste alors sur l'expérimentation dans l'usine, qui a conduit l'entreprise à mieux exploiter les données du MRP et ainsi à améliorer sa gestion. Chez **Nétur**, les données sont exploitées quotidiennement et servent à la prise de décision des chefs de cellule. **L'entreprise a automatisé une série d'alarmes pour informer notamment les chefs de cellule de la fermeture de tâches dans le système. De plus, l'ordonnancement de la production est fait chaque nuit par le progiciel, et les chefs de cellule révisent tous les matins le nouvel horaire de travail.**



L'échange de ces informations se fait grâce aux équipements informatiques portables (cellulaires, tablettes, etc.). Les chefs de cellule possèdent leur propre tablette. Au moment de l'entretien avec le CEFRIO, l'entreprise expérimentait de nouveaux usages avec ces dernières. « Avec les tablettes, nous visons surtout à gagner du temps. Le mobile amène une rapidité dans l'accès à l'information. Pour avoir une information, nous n'avons plus besoin de trouver un ordinateur dans l'usine, l'information est maintenant en permanence avec nous. »

D'autres écrans tactiles sont disposés sur les murs de l'usine, près des postes de travail. Les machinistes consultent les dessins techniques en format électronique, les instructions de travail, les rapports d'inspection de la CMM et les spécifications de qualité du client. Des photos du produit final sont aussi disponibles, tout comme des problèmes d'exécution rencontrés précédemment, ou encore les non-conformités systématiquement notées dans le système. Ce poste virtuel contient également un outil de visioconférence utilisé par les machinistes pour communiquer avec, par exemple, le directeur technique.

« C'est vraiment pratique dans une usine de 50 000 pi²! Le directeur technique utilise Skype depuis son bureau. Les machinistes lui montrent sur écran les défauts des pièces. Cela réduit beaucoup de déplacements. La visio permet de filtrer les problèmes. »

Les données de l'ERP sont diffusées en continu dans l'usine, offrant aux employés une rétroaction continue. Ces derniers le demandent d'ailleurs de plus en plus, constate M. Turcotte : « Pour la génération Y, c'est très important d'avoir une rétroaction sur leur travail. Ils demandent de l'information, ils veulent voir les résultats en temps réel. C'est une génération qui est très portée sur la contribution du groupe et les résultats. »

Le numérique dans une entreprise en aéronautique, c'est incontournable, nous dira le vice-président de l'entreprise. Outre les chiffres, qui parlent d'eux-mêmes, il ajoute : « Il y a un réel plaisir à travailler dans un environnement moderne. Et c'est nécessaire si tu veux conserver ton talent et attirer les jeunes. »

La prochaine étape de la stratégie de l'entreprise est la consolidation de sa chaîne d'approvisionnement.

« Nous opérons avec une machinerie très sophistiquée qui coûte très cher. Et pour valoriser ce potentiel, tant en matière de qualité que de rapidité, il nous faut la même agilité du côté de nos fournisseurs. Dans le futur, nous allons établir des relations d'affaires plus étroites avec nos fournisseurs capables de répondre à nos exigences et de collaborer avec nous sur une plateforme numérique. De cette stabilité, nous tirerons nos profits! »



Les technologies mobiles sont des outils desquels les PME peuvent tirer de grands gains de productivité. Stéphane Turcotte, vice-président chez **Nétur**, nous livre ici sa vision intégrée des TIC et l'importance d'avoir la bonne information, au bon moment et sur la bonne plateforme.

APN

UN PARCOURS NUMÉRIQUE SANS FAUTE

Fondée il y a un peu plus de 40 ans, l'entreprise familiale de Québec **APN** ne travaille que depuis 2007 à se tailler une place en aérospatiale, un secteur pourtant reconnu pour ses barrières à l'entrée très élevées. **APN** a acquis sa certification AS9100 en un temps record et a déjà obtenu d'importants contrats. Cette ascension rapide, les dirigeants l'expliquent par le déploiement d'une vision claire de l'entreprise, fondée sur le talent ainsi qu'une utilisation continue et planifiée des TIC.

C'est en 1985 que le président actuel, Jean Proteau, rejoint son père dans l'usine en tant que technicien en génie mécanique. **Atelier de précision Neufchâtel** se modernise graduellement et, vers la fin des années 1990, l'entreprise intègre des équipements à commande numérique pour répondre à une croissance soutenue d'environ 20 % par année.



En 2004, Yves, le frère de Jean, se joint de manière permanente à l'aventure. Son expertise en gestion des TIC contribue à la vision d'une usine ultramoderne qui a ses entrées dans le secteur de l'aérospatiale, en pleine croissance au Québec. À son arrivée, le premier réflexe d'Yves Proteau est d'implanter un système de gestion intégré dans l'usine. Ce dernier indique : *« Il ne faisait aucun doute qu'il fallait intégrer rapidement un ERP, si nous voulions avancer dans un secteur où la qualité est le mot d'ordre. »*

Faire d'**APN** une entreprise numérique est le pari qu'ont fait les frères Jean (à droite) et Yves (à gauche) Proteau, respectivement président et vice-président de l'entreprise familiale. Dans cette capsule, les deux hommes rappellent qu'un parcours de modernisation d'usine doit s'appuyer sur des fondations solides.

En 2007, l'entreprise déménage. Les dirigeants conçoivent leur nouvelle usine en prenant soin de planifier un bâtiment pouvant accueillir une infrastructure technologique sophistiquée. Jean Proteau souligne : « Nous voulions une usine moderne, qui soit attrayante pour les employés et particulièrement pour les jeunes. Nous avons aussi pensé aux douches pour ceux qui voyagent à vélo. Les jeunes, c'est l'avenir, et pour une entreprise dans notre secteur, attirer le talent et le conserver, c'est primordial. »

Cette confiance envers les jeunes talents se retrouve également dans le partenariat étroit avec Umbrella, une entreprise qui a pratiquement fait ses débuts avec APN. Cette décision d'externaliser la gestion des TIC, Yves Proteau l'explique ainsi : « Nous voulions un soutien informatique de très haut calibre. Un partenaire externe baigne à longueur de journée dans le numérique et est stimulé par toutes sortes de défis qu'il voit dans d'autres entreprises. Notre partenaire arrive toujours avec un regard neuf et de bonnes propositions. »

En 2011, **APN** acquiert une usine en Californie, **S & S Carbide Tool**, pour mieux desservir son nouveau secteur. L'entreprise californienne reçoit le même traitement : câblage pour des communications entièrement intégrées entre les deux usines, réorganisation des processus et intégration au progiciel de gestion d'**APN**.

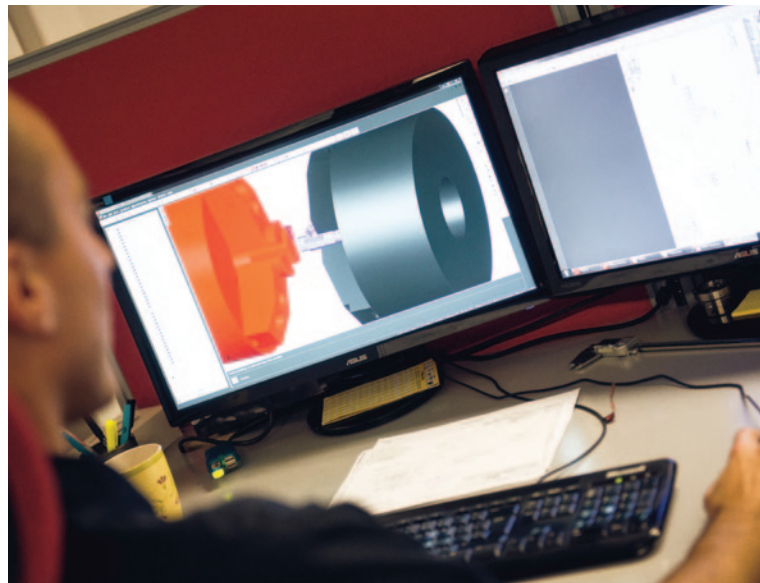
En 2012, Yves Proteau embauche un jeune stagiaire particulièrement prometteur. « Lorsque ce stagiaire est arrivé à l'usine, la première tâche que je lui ai donnée, c'est de lire le manuel d'une de nos machines-outils. À dire vrai, tout le monde dans l'équipe avait refusé ce pari qui pouvait avoir l'air un peu fou. Cependant, j'ai réalisé assez vite dans ma carrière que, pour tirer profit de ces machines ultraperformantes, il fallait apprendre leur langage pour pouvoir les contrôler. »

Avec l'aide de ce stagiaire, **APN** met en route une vision intégrée de l'information de l'usine [de type MES] qui dépasse l'ordonnancement de la production en temps réel. « Il faut aller plus loin, être en mesure de centraliser les données de l'entreprise et de les exploiter pour améliorer la performance de l'entreprise, la performance de chaque machine! »

Yves Proteau explique alors qu'une entreprise d'usinage génère une quantité importante de données provenant tantôt des applications, comme l'ERP ou des logiciels d'outillage, tantôt du parc machines et de l'inspection (CMM), et ajoute : « Une CMM produit une quantité phénoménale de données qui, exploitées correctement, peuvent nous permettre d'automatiser des rétro-actions sur le parc machines avant même que des pièces défectueuses soient produites. »

Chez **APN**, toutes les données sont centralisées dans une même base et, progressivement, l'équipe programme des automatismes pour améliorer les processus de travail. Ces alertes sont de plus en plus complexes et informent le superviseur avant même qu'un problème survienne. Le machiniste est informé en juste-à-temps de la conformité de sa pièce, et si des écarts – aussi minimes soient-ils – lui sont communiqués, il révisé le montage de sa machine ou change l'outil de cette dernière. À terme, ces opérations pourraient être effectuées par un robot.

Enfin, **APN** poursuit sa route vers une usine numérique. Les frères Proteau sont conscients que l'automatisation est le but de bien des entreprises d'usinage, et les deux hommes partagent cette volonté d'entraide et d'échange de bons procédés entre les différentes organisations de ce secteur. Jean Proteau conclut : « Nous sommes dans ce secteur parce que nous voulons travailler avec les meilleurs. Si nous voulons garder nos emplois et nos entreprises, il faut se relever les manches ensemble. Le partage d'expertise et la croissance collective des entreprises d'ici, c'est la seule façon de maintenir notre industrie locale. »



AV&R

DE LA ROBOTIQUE POUR L'INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE

AV&R offre une solution automatisée pour l'inspection et la finition des pièces de turbines à gaz utilisées notamment dans le secteur aérospatial. Chef de file mondial dans le domaine, l'entreprise connaît actuellement une croissance sans précédent.

AV&R développe des logiciels pour la détection de défauts de surface, la validation d'assemblage de composants complexes, et l'automatisation des procédés de polissage, de profilage ou encore d'ébavurage.

« En tant que fournisseur, il nous faut développer une expertise et un produit uniques. Notre marché est mondial et nos clients sont partout à travers le monde », confirme Éric Beauregard*, président de cette entreprise qui compte un portefeuille impressionnant de clients, comprenant notamment **Pratt & Whitney, GE Aviation et Rolls-Royce.**

Pour **AV&R**, le tournant se situe en 2006, lorsque les dirigeants rachètent l'ensemble des parts d'Averna pour créer **AV&R Vision & Robotique** et décident de recentrer l'offre de l'entreprise dans un créneau de marché très pointu : l'automatisation de l'inspection visuelle et la finition robotisée de pièces de turbines à gaz.

« Depuis toujours, l'inspection visuelle de surfaces complexes est réalisée à l'œil nu. Nous avons donc créé une solution qui n'existait pas. Nous automatisons l'inspection de surfaces de certaines composantes aérospatiales avec des systèmes robotisés et des caméras. C'est une niche très spécialisée », explique M. Beauregard.

Grâce aux systèmes de vision industrielle, aux capteurs lasers, au traitement logiciel et bien plus, les cellules robotiques d'**AV&R** sont responsables de cette étape importante du procédé de fabrication. Si un défaut de surface est détecté, une autre cellule robotique sera en mesure d'effectuer la correction. *« L'inspection visuelle automatisée n'élimine pas l'intervention humaine. Nos solutions ciblent les défauts de fabrication. Elles orientent le travail de l'inspecteur vers ces défauts, ce qui apporte de la constance et de l'objectivité dans leur travail »,* précise M. Beauregard.

Les technologies robotiques de finition des pièces amènent l'industrie à revoir à la hausse les niveaux de tolérance des nouveaux produits. Les technologies d'**AV&R** définissent de nouvelles normes de qualité.

L'écart se rétrécit entre les pièces dessinées par les ingénieurs et le produit fabriqué. Grâce aux technologies de production numériques, les concepteurs peuvent réduire la marge de manœuvre donnée aux fabricants. Cette haute précision permet la fabrication de pièces beaucoup plus durables, particulièrement pour des composantes de moteurs qui sont moins énergivores. C'est un facteur déterminant dans les efforts déployés par les aviateurs pour réduire la consommation d'essence de leurs appareils.

Alors, le métier d'**AV&R** est-il de fabriquer des robots? M. Beauregard corrige : « Notre personnel développe des technologies qui permettent aux machines de réagir à leur environnement. Nous ne fabriquons pas des robots, nous sommes des développeurs de logiciels qui rendent les robots autonomes en ajoutant une couche d'intelligence à ces cellules robotisées. »

En juin 2013, l'entreprise a par ailleurs fusionné avec **IMAC Automatisation**, une société d'ingénierie de Saint-Bruno spécialisée dans le domaine de l'automatisation industrielle. La stratégie de collaboration entre les deux entreprises vise à créer de nouvelles occasions d'affaires. « Entre nos deux entreprises, les savoirs sont complémentaires. Nos clients demandaient à ce que nous élargissions nos solutions d'automatisation pour couvrir une plus grande portion de leur procédé de fabrication », avait précisé M. Beauregard au moment de cette fusion.

Enfin, **AV&R** collabore avec **GE Aviation** pour développer de nouvelles technologies robotiques au Centre mondial de R-D en robotique, automatisation et instrumentation de Bromont. « GE Aviation n'est pas seulement notre plus grand client, c'est aussi chez eux que nous avons installé nos premiers robots, à Bromont. Ce sont eux qui nous ont lancés. »

Alors, quel avenir M. Beauregard voit-il pour la robotique avancée ? « De plus en plus, la robotique est le facteur qui fait la différence dans la décision de fermer une usine ou non. La robotique avancée doit être au cœur de la modernisation des usines du Québec. Elle fait partie des solutions clés pour obtenir une meilleure qualité, une meilleure productivité et, finalement, un meilleur prix par pièce », conclut-il.



AV&R est un fournisseur mondial de produits et services destinés à soutenir l'automatisation industrielle dans l'aérospatiale. Éric Beauregard*, président de l'entreprise, témoigne d'une tendance lourde dans le secteur : la robotique avancée ou encore les chaînes de montage intelligentes.

* **ADDENDA** : depuis l'entrevue avec le CEFRIO, M. Beauregard a quitté la présidence d'**AV&R**. M. Jean-François Dupont est le nouveau président de l'entreprise.

Quéloz et associés

DES ROBOTS ET DES TIC POUR LA QUALITÉ TOTALE !

Quéloz est une PME spécialisée dans l'usinage de haute précision. Dans le secteur aéronautique, cette entreprise fabrique des composantes pour moteurs d'avion et trains d'atterrissage. La maîtrise de matériaux durs et difficiles à usiner est au cœur du métier de cet atelier d'usinage de Québec, fondé dans les années 1970 et qui compte aujourd'hui une quarantaine d'employés.

L'histoire débute réellement en 2000, lors du rachat de l'entreprise familiale par les frères Légaré. Depuis, la PME connaît une petite révolution, un rattrapage technologique sans précédent qui positionnera **Quéloz** parmi les meilleurs.

« Les anciens propriétaires n'avaient pas une vision technologique comme nous. Il y avait un retard accumulé dans tous les aspects de production et de gestion. Quand nous sommes devenus propriétaires, nous avons misé sur l'automatisation et les technologies. Nous avons acheté ce qui se faisait de mieux sur le marché », se souvient Richard Légaré, directeur de l'assurance qualité et copropriétaire de **Quéloz**.

Après plusieurs années où la direction enchaîne des projets d'amélioration continue, l'entreprise informatise ses processus de gestion avec l'implantation en 2005 d'un logiciel MRP. Une intégration qui se fait alors tout en douceur, bénéficiant de l'effet **des pratiques d'amélioration continue et d'une grande ouverture du personnel au changement**. À la suite de cette intégration réussie, le MRP devient la pierre angulaire de la croissance de l'entreprise.

« Sans le MRP, nos fondations ne seraient pas assez solides. Cette base nous aide à devenir plus productifs, à augmenter le volume de livraison. En 2000, Quéloz employait 40 personnes et livrait en moyenne 1 600 pièces par semaine. Treize ans plus tard, nous employons toujours 40 personnes, mais livrons en moyenne 3 600 pièces par semaine. Sans le MRP, jamais nous ne serions arrivés à doubler notre capacité », confirme M. Légaré.



Quéloz et associés a été la première PME canadienne à obtenir la certification AS9100. Depuis, cette entreprise entretient de hauts standards de qualité. Richard Légaré, copropriétaire et directeur de l'assurance qualité, nous explique comment son entreprise se maintient dans le peloton de tête des ateliers d'usinage au Québec.

L'avancée la plus récente chez **Quéloz** est le virage robotique. En collaboration avec des spécialistes, la PME intègre à sa ligne de production des robots afin de réaliser une série d'opérations – identification, ébavurage, nettoyage, séchage et inspection visuelle au laser – pour certaines pièces produites à grand volume.

L'entreprise débute avec une famille de pièces composée de seulement deux unités. Les gains potentiels de l'automatisation de cette production relativement stable sont convaincants, et le défi de programmation, derrière le contrôle et l'exécution des procédés, est réaliste. Après l'implantation dans l'usine de l'équipement, la programmation et le rodage durent environ 4 mois. Un machiniste formé à cet effet rejoint alors l'équipe de programmation du fournisseur pour adapter le robot aux procédés de fabrication.

La seconde phase de robotisation chez **Quéloz** sera cependant plus complexe : « Cette deuxième famille visée par le projet comprenait six pièces différentes. Le robot devait alors s'adapter aux variations et, par exemple, changer lui-même son outil. On parle d'une programmation complexe, qui repose sur un contrôle parfait des procédés d'une ligne de production. »

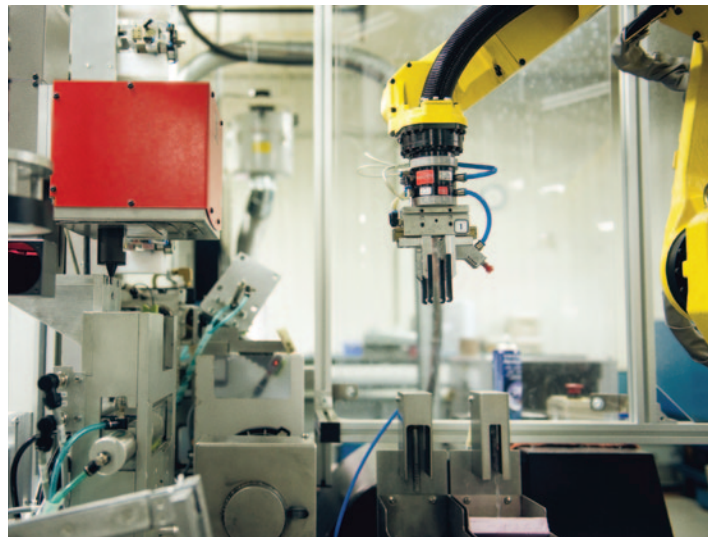
M. Légaré souligne au passage que **son fournisseur technologique a été un véritable partenaire dans l'aventure. Un partenaire capable d'accompagner l'entreprise, mais aussi de transférer de l'expertise dans l'équipe à l'interne.**

L'utilité de l'automatisation pour une entreprise d'usinage est évidente, tant pour l'augmentation de la production que pour l'amélioration de la qualité des pièces. L'une comme l'autre sont au rendez-vous, dans cette entreprise. Les robots de **Quéloz** sont responsables des tâches répétitives. M. Légaré, directeur de l'assurance qualité dans l'usine, explique : « Pour un employé qui doit inspecter des centaines de pièces identiques dans la semaine, le risque de se tromper est grand. En plus de réduire l'intervention humaine et les risques d'erreurs qui lui sont associés, nos robots libèrent nos employés pour d'autres tâches. Nous avons des machinistes d'expérience qui faisaient des tâches routinières. Nous pouvons maintenant rediriger les efforts vers des tâches plus intéressantes pour eux. »

La robotisation nécessite l'enrichissement des tâches des machinistes. Cet aspect est important dans un contexte de rareté de main-d'œuvre, précise-t-il. « C'est difficile de trouver de bons machinistes. La relève est là, mais la formation pour utiliser nos machines prend de quatre à cinq ans. Quand tu as un bon employé, que tu as formé, tu ne veux pas le perdre. Lui, comme son employeur, souhaite que son travail ait de la valeur ajoutée. »

C'est un personnel formé qui contrôle les robots à partir du plan de production. La coordination numérique de l'ensemble des machines et des robots fait partie de la vision de l'entrepreneur. « Aujourd'hui, la technologie pour coordonner l'exécution dans la production n'est pas encore au point pour le type d'activités que nous réalisons. Dès lors, les plus grands gains de productivité que nous pouvons obtenir sont pour l'instant ceux tirés d'une bonne utilisation du MRP combinés à ceux tirés de la robotisation de cellules de production à grand volume. »

Le bien-fondé de l'utilisation de robots dans l'industrie ne fait aucun doute pour M. Légaré : « C'est nécessaire, car la demande en qualité est de plus en plus exigeante. Nous n'avons tout simplement plus le droit de livrer une pièce avec un défaut. C'est une question de réputation chez le client. » **Quéloz** entend ainsi miser davantage sur la robotisation pour soutenir sa croissance, et par conséquent, sur les outils numériques lui permettant d'utiliser ces robots. M. Légaré prévoit augmenter la production à 5 000 unités par semaine et intégrer 70 nouvelles pièces dans son portefeuille. Pour soutenir cette hausse, un déménagement est envisagé par la direction. M. Légaré conclut sur l'expérience de la robotisation et le cheminement numérique en général de l'entreprise : « Nous avons toujours eu une vision fondée sur l'utilisation des technologies dans notre entreprise. Cependant, ce qui a été non négligeable dans notre développement, c'est l'appui de notre client, qui nous a soutenus. C'est très motivant quand un client de cette envergure t'appuie dans une transformation comme celle-là. »



GE Aviation



CAP VERS LE MANUFACTURIER AVANCÉ

GE Aviation est le plus grand motoriste au monde. Plusieurs de ses centres de production constituent des lieux d'innovation en matière de méthodes de fabrication. Le constructeur se réinvente constamment, et l'usine de Bromont y participe activement, notamment grâce à cette expertise de pointe en robotisation qu'elle développe depuis plus de 20 ans.

Inauguré à l'été 2013, le Centre mondial de R-D en robotique, automatisation et instrumentation de Bromont a nécessité un investissement de 61,4 millions de dollars, dont près de 8,4 millions provenaient du gouvernement du Québec. Le mandat de ce centre est de poursuivre les avancées en matière de robotisation et de valoriser cette expertise unique à travers tout le groupe GE. Le titre de centre mondial d'excellence est une grande fierté pour l'usine de **GE Aviation** à Bromont, notamment pour Alain Ouellette, directeur des nouvelles activités récemment inaugurées sur le site.

« La robotisation permet la réduction des écarts de coûts entre les pays émergents et les pays industrialisés. Les faibles salaires des régions émergentes, nous devons les compenser ici par de l'ingénierie, par de nouvelles façons de faire. C'est en fait le défi que s'est lancé GE en se recentrant sur ses activités manufacturières », explique M. Ouellette.

Dans cette usine de Bromont sont fabriquées près de 60 000 pièces par semaine. L'unité d'affaires de ce géant industriel livre ensuite ses pièces aux sites d'assemblage situés ailleurs dans le monde. De la forge jusqu'à la finition des pièces, les composantes fabriquées à Bromont se retrouvent dans les moteurs qui propulsent, entre autres, le Boeing 737, l'Airbus A320 et le nouveau Boeing 787. L'usine compte plus de 700 employés, dont une vingtaine de gestionnaires et autant d'ingénieurs répartis dans 7 équipes de production autogérées.

L'un des facteurs de succès de l'usine tient au fait que l'entreprise a été continuellement alimentée par le changement organisationnel. Le directeur explique qu'elle n'a jamais cessé d'évoluer et que c'est pour cette raison qu'elle se démarque aujourd'hui : *« Il y a des entreprises pour qui le statu quo est une position très confortable. Nous pensons plutôt que c'est un signal qu'une entreprise s'éteint tranquillement. Avec les années, s'est créée dans notre usine une réelle habitude de changement. Les employés posent même des questions quand c'est trop calme, quand il n'y a pas de projets et de changements. »*

LA ROBOTISATION D'UNE USINE

Quelques années après l'ouverture du site de Bromont en 1982, l'usine décide d'introduire des robots à l'étape de forgeage où se combinent chaleur extrême et grande difficulté dans l'exécution du travail de l'opérateur. Pour contrer ces risques, l'entreprise investit temps et argent sur plusieurs années pour automatiser et robotiser cette étape de production. Aujourd'hui, les résultats sont remarquables.

« Nos chiffres parlent d'eux-mêmes, le nombre de robots que nous avons installés est inversement proportionnel au nombre d'accidents de travail. Nous sommes parmi les meilleurs dans le groupe GE Aviation, en matière de santé et de sécurité au travail », se réjouit M. Ouellette.

Aujourd'hui, ce sont 120 cellules robotisées qui s'activent sur deux ou trois quarts de travail. La transition vers l'utilisation de robots a été graduelle et s'est effectuée avec le même groupe de travailleurs embauchés à l'origine. Pour Alain Ouellette, le travail de robotisation est le fruit d'efforts collectifs. Il insiste sur ce principe.

Le succès de la transition repose en partie sur l'écoute par le groupe d'ingénieurs de la réalité et des besoins des opérateurs.

« Les équipes d'ingénieurs ont travaillé de pair avec les ouvriers d'entretien, d'outillage et les opérateurs pour simplifier les interfaces entre les travailleurs et les robots. Avec de la formation, les opérateurs sont devenus des superviseurs de robots. »

Enfin, pour bien réussir le passage à l'automatisation, l'entreprise doit s'assurer de créer des cas de succès, de s'attaquer aux processus qu'elle maîtrise et d'éviter de se lancer dans des projets trop ambitieux. Ces succès lui permettront de poser des jalons positifs pour les intégrations à venir.

« Il y aura toujours des détracteurs d'un projet de transformation. Il faut éviter de leur donner toute l'attention, et plutôt faire la démonstration que ça fonctionne et bâtir ainsi l'adhésion de l'équipe. C'est à partir de ce moment que les gens vont en demander davantage », explique M. Ouellette en se remémorant l'introduction des premiers robots chez **GE Aviation** dans les années 1990.

Alain Ouellette est bien conscient que la robotisation est un objectif que caressent plusieurs entreprises manufacturières québécoises et que cette transformation a un prix. Or, les contraintes liées à la robotisation ont diminué, ces dernières années.

« Il y a 25 ans, le robot valait un demi-million et était toujours accompagné d'une personne détenant un doctorat et portant un sarrau blanc. Aujourd'hui, cette image ne colle plus à la réalité. On peut acheter un petit robot pour 30 000 \$ et un technicien saura très bien le faire fonctionner », nous dit Alain Ouellette.

Outre la requalification du travail des opérateurs, l'arrivée de robots dans l'usine de Bromont a eu des retombées positives sur la productivité. Au début des années 2000, l'entreprise jonglait avec un taux de 4 à 5 % de non-conformité. Aujourd'hui, il oscille autour de 2 %, et certaines lignes de production offrent de meilleures performances avec un taux proche de 1 %. Ce gain est grand, considérant le poids organisationnel et financier des procédures, lorsqu'une pièce aéronautique s'écarte des standards techniques.



L'USINE DE DEMAIN

Si la robotisation redéfinit les normes de qualité de l'industrie aéronautique, l'usine du futur ne repose toutefois pas que sur l'automatisation et la robotisation de nos procédés d'usinage actuels, explique Alain Ouellette : « Actuellement, GE développe les prochaines générations de moteurs, avec des pièces dont les caractéristiques sont beaucoup plus complexes, des pièces que nous ne pouvons plus faire à la main ou selon des procédés classiques. En 2016, ces nouveaux moteurs LEAP seront assemblés. Ça nous laisse 2 à 3 ans pour maîtriser les nouveaux procédés de fabrication. »

Cette nouvelle génération de moteurs sera entre autres équipée de pièces produites grâce à des méthodes de fabrication additive. **GE Aviation** possède dans l'Ohio un centre de développement qui s'applique à parfaire ces méthodes et, comme pour le centre de Bromont, a le mandat de les diffuser et de soutenir leur adoption à travers le groupe GE.

Des injecteurs de carburant sont actuellement produits par procédés de fabrication additive dans cette usine américaine. La méthode est impressionnante : un laser vient solidifier une fine couche de poudre d'un alliage donné, permettant la fabrication par couches d'une pièce dont la complexité commanderait, avec les méthodes d'usinage traditionnelles, un assemblage de plusieurs composantes.

La technologie de la fabrication additive est toujours en développement et plusieurs défis demeurent, notamment en ce qui concerne les propriétés des matériaux utilisés. Les tolérances des matériaux requis diffèrent pour les injecteurs de carburant et pour une pièce de train d'atterrissage, par exemple.

L'usine de Bromont se prépare à l'arrivée de ces nouvelles méthodes de fabrication tout en progressant toujours du côté de la robotisation. Le groupe spécialisé s'emploie à greffer aux robots des systèmes de vision et d'inspection qui pourront, selon M. Ouellette, leur donner « un jugement et un sens de ce qui les entoure, soit l'intelligence qu'ils n'ont pas actuellement. »

Pour Alain Ouellette, l'usine du futur est un savant mélange de ces innovations dans la fabrication. « Des lignes complètement robotisées pour des pièces à grand volume et, pour des plus petits volumes et des pièces plus complexes, des cellules où plusieurs robots fabriquent la pièce. »

Le secteur de l'aéronautique se rapprocherait-il donc de l'industrie automobile en matière de procédés de fabrication ? « Certainement! Aujourd'hui, c'est impensable de construire une usine automobile sans robots. Dans le fond, ce modèle d'usine entièrement robotisée, une fois adapté à nos normes de qualité et à nos besoins organisationnels, est aussi bon pour l'aéronautique ! » conclut-il.



GE Aviation Bromont est une usine à la fine pointe de l'innovation technologique. Dernièrement, l'entreprise a inauguré le Centre mondial de R-D en robotique, automatisation et instrumentation. Alain Ouellette, responsable de ces nouvelles activités, fait le point sur la situation de l'usine de Bromont et de **GE Aviation** en matière d'automatisation industrielle.



CONCLUSION



CONCLUSION

Le secteur de l'aéronautique est une industrie phare du Québec, grâce notamment à la présence d'une grappe industrielle de classe mondiale et de grands donneurs d'ordres sur le territoire. Une industrie phare, mais pour laquelle rien n'est acquis. Et nos PME le savent, comme en témoigne ce souci constant pour l'amélioration des processus internes et la réalisation de stratégies de positionnement plus agressives, telles que des partenariats entre entreprises, des fusions/acquisitions, le développement de compétences d'innovation ou encore l'ajout d'activités complémentaires à leur portefeuille actuel.

Puisque la proximité géographique cesse d'être un critère privilégié pour la sélection des fournisseurs, les PME sont davantage confrontées au jeu de la mondialisation. Elle rivalisent aujourd'hui avec des entreprises situées au sein de nouveaux carrefours d'affaires (hubs) mondiaux. Le jeu en vaut pourtant la chandelle, pour l'industrie : les maîtres d'œuvre tirent profit d'occasions d'affaires sur ces nouveaux marchés qui, en plein boum économique, consomment en masse des produits aéronautiques¹⁰. Les conséquences sont importantes pour les fournisseurs québécois, qui doivent suivre une cadence de développement et de production plus effrénée, mais peuvent aussi être remplacés en faveur d'un fournisseur étranger aux coûts de production plus avantageux. Le constat est donc clair : les PME qui souhaitent demeurer dans la course doivent produire mieux et être capable de planifier leur augmentation de capacité.

La priorité d'affaires des entreprises est par conséquent l'amélioration de l'efficacité interne. Graduellement, la PME aérospatiale semble désireuse d'intensifier son passage au numérique, qui s'avère crucial dans une industrie où les préoccupations liées à la qualité régissent et normalisent les pratiques. Un passage qui pose également certains défis, dont celui d'un investissement récurrent et grandissant en TIC, mais surtout celui d'un éventuel changement de paradigme, où le numérique n'est plus qu'un simple moyen, mais

bel et bien un élément essentiel de la capacité stratégique de la PME aérospatiale. Pour exploiter le potentiel des outils numériques et des données, l'entreprise doit s'appuyer sur une direction partie prenante du changement technologique, sur une participation et une mobilisation fortes des employés et, plus encore, sur une culture qui favorise la curiosité et l'expérimentation.

Si la maturité technologique est relativement bien développée dans l'industrie, avec notamment la présence de TIC et d'un personnel qui s'y consacre exclusivement, tant du côté de la production que de celui de la conception, la prochaine étape pour la PME de l'aérospatiale semble être l'intégration du numérique dans la vision d'affaires et son opérationnalisation dans ses équipes de travail.

Le point de vue des experts est assez clair à ce sujet : les enjeux liés à l'intégration de systèmes tels que des ERP, ou encore le déploiement de technologies mobiles sur le site de production sont davantage d'ordre organisationnel que d'ordre technologique. Les technologies sont au point, c'est à l'organisation de se transformer pour mieux en saisir le plein potentiel. Les PME n'ont pas les ressources financières nécessaires pour personnaliser des systèmes, mais disposent de la flexibilité de s'adapter et d'apprendre rapidement.

10 Le président et chef de la direction de Bombardier, Pierre Beaudoin, rappelait dans une récente allocution l'importance d'établir des relations d'affaires avec des entreprises à l'étranger : « Notre participation à des chaînes de valeur mondiales nous permet de renforcer notre compétitivité et d'élargir notre accès à des marchés du monde entier. » - Extrait de l'allocution de M. Beaudoin intitulée *Ensemble, faire du Canada un concurrent de calibre international* donnée au Club économique d'Ottawa le 17 octobre 2012.

Le potentiel des technologies est infini, et celles qui se cachent derrière l'automatisation et la robotisation sont aujourd'hui accessibles à la PME. Elles font une percée remarquée au sein de nos entreprises et ne sont plus l'apanage des grandes organisations. Parmi les autres avancées technologiques qui modulent et transforment le secteur manufacturier, notons également la fabrication additive (impression 3D), qui frappe aux portes des usines.

Graduellement, la vision de l'entreprise numérique aéronautique prend forme. Elle s'appuie sur le déploiement de lignes de production intelligentes, où les cellules et le parc machines s'autorégulent sur la base des données de production et d'inspection. L'entreprise numérique banalise l'accès à ces données pour fournir aux travailleurs une rétroaction en temps réel. Cherchant à briser les silos et visant l'intégration, l'utilisation des données de conception servira, grâce aux maquettes numériques, à raffiner les processus de fabrication, notamment ceux liés à l'inspection et au contrôle qualité.

De plus en plus, c'est dans une chaîne d'approvisionnement numérique que doivent prendre place nos PME. Cette chaîne est moins tolérante à l'erreur, aux délais de livraison et aux défauts de fabrication. Elle est alimentée par l'information en temps réel et par une collaboration toujours plus étroite entre ses maillons, dans le but de concevoir, de produire, de livrer et d'entretenir mieux, et surtout, plus rapidement.

Si ce portrait met en lumière le contexte turbulent et les défis auxquels doivent faire face nos PME, il souligne aussi l'excellence qui les habite. Conscientes du changement qui s'opère dans leur industrie, elles consacrent clairement les efforts nécessaires pour croître et demeurer un fleuron de l'économie québécoise.



ANNEXE 1

DÉFINITIONS DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DES COMMUNICATIONS

TECHNOLOGIE DE L'INFORMATION ET DES COMMUNICATIONS	DÉFINITION
Conception assistée par ordinateur (CAO)	Ensemble des activités de conception, y compris le dessin et l'illustration, qui utilisent des systèmes informatiques pour assurer des fonctions telles que la conception, la simulation ou l'amélioration d'une pièce ou d'un produit.
Ingénierie assistée par ordinateur (IAO)	Ensemble des méthodes associées à la conception assistée, qui concernent plus particulièrement les calculs de définition et de simulation de l'objet à concevoir (ex. le calcul de structures).
Progiciels de gestion intégrée (ERP)	Ensemble de logiciels avec modules intégrant les principales fonctions nécessaires à la gestion des flux et des procédures de l'entreprise (comptabilité et finances, production [module MRP] et logistique, paie et ressources humaines, etc.).
Intranet	Réseau informatique utilisé au sein d'une organisation utilisant les techniques de communication d'Internet (IP, serveurs HTTP) pour le partage d'information, de systèmes opérationnels ou de services informatiques.
Extranet	Intranet qui a été étendu pour inclure l'accès depuis ou vers certains organismes externes, tels que des clients ou des fournisseurs, mais non accessible au public en général.
Gestion des données produit (PDM)	Un système de gestion de données techniques, ou SGDT, est un ensemble d'outils informatiques pour la gestion des données techniques liées à un projet de conception. Ces outils ont pour objectif de remplir les fonctions suivantes : stocker, gérer et contrôler la totalité des informations et processus concernant la définition, la production et la maintenance d'un produit.
Gestion électronique des documents (GED)	Ensemble des techniques informatiques, des matériels et des logiciels permettant de créer, d'archiver, de récupérer et de faire circuler des documents sous forme électronique.
Cloud computing ou informatique en nuage	Utilisation de serveurs à distance pour le stockage de données numériques (Google Cloud Storage, iCloud, Dropbox, etc.), ou le recours à des services de productivité et de collaboration (Office 365, Vidéoconférence Lync, Exchange, SharePoint, etc.), de messagerie électronique (Hotmail, Gmail, Windows Live, etc.) ou de partage de documents permettant l'édition et la sauvegarde de documents à la manière des suites bureautiques dans une version abrégée ainsi que la collaboration en ligne (Google Apps, Office Web Apps, LotusLive, etc.).
Progiciels de gestion de la chaîne logistique (SCM)	Logiciel destiné à optimiser la chaîne logistique de l'approvisionnement jusqu'à la livraison au client.

TECHNOLOGIE DE L'INFORMATION ET DES COMMUNICATIONS	DÉFINITION
Système d'exécution de la fabrication (MES)	Système d'information utilisé sur le lieu de production pour gérer les ressources manufacturières d'une entreprise en temps réel.
Technologies en traçabilité	Ensemble de dispositifs technologiques (codes à barres, étiquettes, 2D, RFID) qui permettent de stocker une information, d'effectuer le suivi sur le flux des pièces en production et en livraison ou de dresser l'état des inventaires, le tout pour informer une base de données en temps réel.
Progiciel de gestion de la relation client (CRM)	Logiciel offrant des fonctionnalités dans trois sphères stratégiques en lien avec le client : les ventes, le marketing ainsi que le service et soutien au client.
Informatique décisionnelle (Business Intelligence ou BI)	Ensemble des activités ayant pour objet la recherche, la collecte, le traitement, l'analyse et la diffusion de renseignements utiles à l'entreprise en vue d'un meilleur éclairage pour la prise de décisions stratégiques.
Logiciel d'analyse de données de type <i>big data</i>, <i>data mining</i>	<i>Big data (données massives)</i> : Terme utilisé pour définir des ensembles de données dont la taille se situe au-delà de la capacité des outils (progiciels) couramment utilisés pour saisir, gérer et traiter les données dans un délai acceptable. <i>Data mining (exploration de données)</i> : Processus qui a pour objet l'extraction d'un savoir ou d'une connaissance à partir de grandes quantités de données et qui utilise des méthodes automatiques ou semi-automatiques.
Site Internet transactionnel	Site Web proposant un service d'achats en ligne, hébergé par le site lui-même ou par un site tiers.
Site Web adapté au mobile	Site Web conçu pour les petits écrans tels que les téléphones mobiles.
Cybermarchés / Réseaux industriels privés (ex. AéroBoost)	Les cybermarchés se présentent sous plusieurs formes : 1 / marché horizontal, appelé e-procurement, qui concerne l'approvisionnement des entreprises en produits généraux. Ce secteur n'est pas stratégique, mais immense. Le but des firmes est de regrouper leurs achats afin d'obtenir des prix plus bas (fournisseurs plus en concurrence) et de réduire les coûts des opérations manuelles d'approvisionnement de 90 %. 2 / marché vertical, le plus prometteur, qui concerne des secteurs spécialisés d'entreprises et permet de connaître, par exemple, les stocks de pièces existant partout dans le monde et de les acheter instantanément.

Le CEFRIO accompagne les organisations publiques et privées dans la transformation de leurs processus et pratiques d'affaires par l'appropriation et l'utilisation du numérique. Centre de liaison et transfert reconnu, le CEFRIO est mandaté par le gouvernement du Québec afin de contribuer à l'avancement de la société québécoise par le numérique. Il recherche, expérimente, enquête et fait connaître les usages du numérique dans tous les volets de la société. Son action s'appuie sur une équipe expérimentée, un réseau de quelque 80 chercheurs associés et invités ainsi que l'engagement de près de 150 membres. Le principal partenaire financier du CEFRIO est le ministère de l'Économie, de l'Innovation et des Exportations.

Dépôt légal : 2014

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

Bibliothèque et Archives Canada

ISBN (PDF) : 978-2-923852-49-2

La version PDF de ce rapport peut être téléchargée dans la section « Publications » du site Web du CEFRIO : www.cefrio.qc.ca

Pour tout renseignement concernant le projet PME 2.0, veuillez communiquer avec le CEFRIO :

Québec

888, rue Saint-Jean
Bureau 575,
Québec (Québec)
G1R 5H6
Canada

Téléphone : 418 523-3746

Télécopieur : 418 523-2329

Montréal

550, rue Sherbrooke Ouest
Bureau 1770, Tour Ouest
Montréal (Québec)
H3A 1B9
Canada

Téléphone : 514 840-1245

Télécopieur : 514 840-1275



Principal partenaire financier

**Économie,
Innovation
et Exportations**

Québec

