

# Sortir de l'automobile

Depuis quelques années tous les fournisseurs et intégrateurs recherchent de nouveaux débouchés, surtout ceux qui avaient beaucoup misé sur l'automobile.

**M**ondragon Assembly est l'une des nombreuses entités de Mondragon Corporacion Cooperativa – MCC - dont la structure est formée de trois groupes qui fonctionnent de manière autonome. La coopérative MCC emploie 96.000 personnes, principalement en plein cœur du Pays Basque espagnol. Fondée en 1940, le groupe a réalisé un chiffre d'affaires de 16 milliards d'euros en 2006.

Peu fréquent sur notre sol national, ce système de coopérative donne une autre vision du monde industriel, bien différente de celles des fonds de pension. Tous les moyens sont recherchés préalablement à tout licenciement de salariés qui, dans une coopérative, sont tous actionnaires de l'entreprise. Sans cette vision d'entreprise, sûrement que les machines robotisées que nous allons découvrir n'auraient jamais vu le jour.

Sous le terme de Mondragon Assembly se retrouvent les spécialistes en automatisme, assemblage et robotique qui travaillent, en partie pour l'ensemble du groupe qui détient des marques connues comme Fagor dans l'électroménager,

mais aussi auprès d'entreprises extérieures.

A la fin des années 90, c'est l'industrie automobile qui représentait le gros des investissements en provenance de l'extérieur. Seulement, en Espagne comme en France, les investissements automobiles ont commencé à diminuer. Devant ce mouvement de rempli, deux solutions se présentaient à Mondragon Assembly : soit baisser la « voilure », soit investir dans de nouveaux marchés. La notion de coopérative a été déterminante. Plutôt que de diminuer, les effectifs ont grossi passant de 147 en 2004, à 164 en 2007. Un laminage des effectifs, aurait eu un autre effet négatif, celui de la perte de connaissance dans des domaines comme la fabrication de bols vibrants toujours faite en interne.

Pour réussir ce tour de force, Mondragon Assembly a mis à profit son expérience dans le domaine de la robotique et du laser acquise notamment lors d'applications complexes installées chez Delphi. C'est dans ce contexte que Mondragon a été sollicité par BP Solar pour développer une solution pour la gravure de cellules photo-

voltaïques. Un marché totalement nouveau, dans lequel la robotique n'avait pas encore sa place, la machine spéciale étant la seule solution.

Le potentiel du marché du solaire aidant, Mondragon décida d'investir tout en sachant que la rentabilité ne serait pas forcément au rendez-vous, et si c'était le cas, ce ne serait pas pour tout de suite. Aujourd'hui, force est de constater que le pari valait d'être tenté.

## MARCHÉ ET TECHNIQUE

Avant de suivre le cheminement effectué par Mondragon, il est bon de rentrer dans la technologie et le marché du solaire.

Aujourd'hui, un quart seulement de l'énergie solaire reçue par un panneau peut être transformé en électricité par les cellules photovoltaïques. Car la lumière captée doit disposer d'un minimum d'énergie, la lumière incidente dotée d'une énergie moindre n'est pas absorbée et son potentiel énergétique perdu. Tous les laboratoires travaillent sur le sujet, on parle aujourd'hui de travaux permettant de dépasser

les 50 % de rendement, mais avec des technologies comme l'injection d'atome d'oxygène dans un semi-conducteur à base de zinc, de magnésium et de tellure.

En attendant, ce sont les cellules photovoltaïques qui sont aux commandes. Une cellule photovoltaïque est un composant électronique qui, exposé à la lumière (photons), génère une tension électrique (effet photovoltaïque). Le courant obtenu est un courant continu et la tension obtenue est de l'ordre de 0,5 V. Ces cellules photovoltaïques sont constituées de semi-conducteurs à base de silicium, de sulfure de cadmium ou de tellure de cadmium. Elles se présentent sous la forme de deux fines plaques en contact étroit. Ce semi-conducteur est pris en sandwich entre deux électrodes métalliques, le tout étant protégé par une vitre.

Lorsqu'on met ces deux semi-conducteurs en contact (de manière à ce qu'il puisse y avoir conduction), on crée une jonction PN, qui permet le passage des électrons entre les deux plaques. Dans le cas d'une cellule photovoltaïque, le gap du semi-conducteur de type N est calculé de manière à

ce que le courant ne puisse pas s'établir seul : il faut qu'il y ait un apport d'énergie, sous forme d'un photon de lumière, pour qu'un électron de la couche N soit arraché et vienne se placer dans la couche P, créant ainsi une modification de la répartition de la charge globale dans l'édifice. Deux électrodes sont placées, l'une au niveau de la couche supérieure et l'autre au niveau de la couche inférieure : une différence de potentiel électrique et un courant électrique sont ainsi créés.

En production, le silicium est actuellement le matériau le plus utilisé, seulement on oublie trop souvent que les coûts de production des cellules photovoltaïques nécessitent de l'énergie. On estime qu'une cellule photovoltaïque doit fonctionner environ 2 à 3 ans suivant sa technologie pour produire l'énergie qui a été nécessaire à sa fabrication. D'où des recherches importantes dans les matériaux et procédés de fabrication pour réduire les coûts.

Les types de cellules sont pratiquement infinis, les moins chères mais également ayant les plus petits rendements restent les cellules en silicium amorphe. Ensuite, viennent les cellules en silicium mono-cristallin avec des rendements bons mais un coût élevé. Les cellules en silicium poly-cristallin ont un rendement moins bon mais possèdent le meilleur rapport qualité/prix.

Bref, la technologie évolue à vitesse grand V, et les moyens de production doivent suivre ce rythme endiablé pour un marché qui progresse d'environ 30 % par an depuis plus de dix ans. Et ce n'est pas près de s'arrêter.

## UNE RÉFLEXION POSITIVE

Pour Mondragon lorsqu'en 2000, BP Solar lui demande de réfléchir à un système de gravure des cellules avec des profondeurs d'un dixième de mm sur des cellules monocristalline, afin de pouvoir y déposer ensuite le cuivre et l'argent destinés à récolter le courant, le tout avec une largeur de 20  $\mu$ , la firme espagnole se demande si c'est bien sérieux surtout que la concurrence des machines spéciales est bien présente.

Elle propose une solution utilisant de la robotique Adept permettant de graver 80 lignes à la vitesse de 800 mm/sec tout en effectuant le contrôle du travail accompli. La phase de retournement en fin de gravure d'une ligne pour attaquer la suivante était également un point important, il fallait limiter ce temps improductif au maximum, sachant que la vitesse de travail se doit de rester constante tout au long du procédé.

Le délai maximum toléré pour un cycle de production devait être inférieur à 40 secondes, ce que Mondragon réussit à faire en 32 secondes.

La première commande fut prise. Convaincu du bien fondé de la robotique, BP Solar demanda à Mondragon de réfléchir sur une autre difficulté de fabrication, la pose du string.

Dans le cycle de production, la fabrication des cellules est certes important, seulement pour la fabrication d'un panneau solaire, il reste à assembler entre elles plusieurs cellules. Pour cela sont mis en place des strings qui lient les cellules entre elles.



Le montage se faisant en série, tout mauvais branchement implique une perte de puissance à la sortie du panneau. C'est la raison qui explique que les fournisseurs proposent des panneaux similaires sur le plan visuel, mais offrant une puissance pouvant varier jusqu'à 30 %. Ne soyez donc pas étonné de voir des panneaux solaires de 220 Watts qui ressemblent étrangement à ceux de 180 Watts. Seul le prix de vente change, car ce prix est modulé en fonction de la puissance fournie.

D'où des contraintes en terme de production pour limiter les pertes, le coût de fabrication quelle que soit la puissance restant le même. Il existe encore aujourd'hui des sites de production qui ont des taux de production non conforme atteignant les 50 %, à l'heure où la pénurie de silicium pointe son nez, les industriels sont tous à la recherche de procédés de production fiables.

Mondragon s'est penché sur le sujet, connaissant le potentiel de marché d'une technologie qui répondrait aux attentes des industriels. Une demande amplifiée par la technicité des cellules qui de 300  $\mu$  d'épaisseur se réduisent aujourd'hui à 120  $\mu$ , avec des soudures à des températures élevées, « *vouloir réaliser de telles opérations manuellement devient une hérésie* » prévient Jean Philippe Aguerre, Project Leader Robotics chez Mondragon Assembly.

## DES PERSPECTIVES IMPRESSIONNANTES

C'est en utilisant la robotique, notamment des robots Scara Adept, auxquels devrait être rajouté rapidement le nouveau Quattro, que Mondragon a répondu à la demande. Aujourd'hui, le catalogue de l'intégrateur espagnol est complet, il propose l'ensemble des outils permettant de produire des panneaux solaires. Il propose même des lignes complètes de production de panneaux solaires.

Pour ce genre de production, l'achat de la ligne se fait en fonction de la capacité de production des panneaux produits, on parle d'une ligne de 20 ou 40 M Watts, sachant que ce sont des lieux de production fonctionnant 24h/24, 7j/7. La dernière demande arrivée chez Mondragon concerne le développement d'une usine produisant 100 M Watts par an.

Aujourd'hui l'intégrateur est en phase d'embauche, déjà en 2007 l'activité solaire aura représenté près de 40 % du chiffre d'affaires, et les commandes pour l'année 2008 font espérer un chiffre d'affaires en croissance important malgré une baisse d'activité du secteur automobile, le solaire devra du coup représenter entre 60 et 70 % du chiffre d'affaires en 2008 avec un carnet de commande frôlant déjà les 54 millions d'euros.