



**PSA Metz - Temps de fonctionnement des ICBP : + 11% !**

*en pages intérieures*

**Nuances d'acier : facteur-clé de la performance en ICBP**  
*en dernière page*

## Jeune et mature

Des figures de proue du monde automobile comme PSA et GETRAG témoignent dans ce numéro d'une longue pratique de la cémentation basse pression. Singulièrement, cette technologie garde à juste titre un visage de jeunesse parce qu'elle est sans cesse sur la crête de l'innovation. Quelques lecteurs seront donc surpris de son ancienneté chez certains industriels, ainsi que de l'expérience dont font preuve ces derniers pour optimiser leurs ICBP.

Notre technologie est donc à la fois jeune et mature. Jeune, elle a le monde à conquérir : près de 80 % des unités de traitement thermique de l'acier restent à convertir à la cémentation basse pression, sur un marché mondial en croissance continue. Jeune, elle est devant un champ illimité d'innovations : la dernière en date est la trempe gaz étagée (step & stop gaz quenching) qui, couplée à la cémentation basse pression, réalise des performances sans précédent en termes de maîtrise des déformations et de propriétés mécaniques (Hot News n° 3 et 4).

Quant à sa maturité, ce numéro en fournit la preuve : désormais scientifiquement modélisée et prédictive, la cémentation basse pression est aujourd'hui une technologie maîtrisée. Je remercie nos clients pour leur confiance dans l'innovation industrielle et pour leur clairvoyance : oui, nous savons aujourd'hui que nous avons vu juste..

Laurent Combaz  
ECM, président-directeur général

LE CHIFFRE DU TRIMESTRE

# 130!

C'est le nombre de cellules de chauffe d'ICBP en production aux USA à ce jour. Le marché américain est l'un des plus ouverts à la cémentation basse pression. La quasi-totalité des machines y sont aujourd'hui équipées en trempe gaz.

## GETRAG Italie démarre fort sa douzième année d'ICBP



GETRAG Italie est équipée à 100% en ICBP trempe gaz depuis 1996

**GETRAG Bari participera en 2008 à la production de nouvelles boîtes double embrayage pour les usines GETRAG d'Amérique du Nord. Un nouveau défi pour ce site équipé depuis son ouverture en ICBP trempe gaz. Bilan et perspectives, d'après une interview de Luigi Granieri, maintenance traitement thermique, GETRAG Italie.**

**E**n 2008, l'usine GETRAG de Bari, dans le sud de l'Italie, sera en première ligne pour produire une partie des transmissions d'un nouveau type de boîtes de vitesse double embrayage, dans le cadre d'un projet lancé par le groupe allemand avec Chrysler en Amérique du Nord. Le traitement thermique des pièces sera assuré par six ICBP verticales à six cellules, qui entameront alors... leur douzième année de service ! Car chez GETRAG Italie, le traitement thermique est assuré à 100 % en ICBP trempe gaz depuis l'ouverture du site, en 1996. Pour cette usine flamboyante neuve, destinée à l'origine à la production de nouvelles boîtes de vitesse pour Opel/GM et Rover, le groupe allemand avait même été l'un des tout premiers à intégrer directement les machines sur ses lignes d'usinage.

Un choix d'avant-garde, aujourd'hui conforté par un bilan très solide. "Ces machines sont au cœur de notre chaîne de production. Avec elles, nous avons mené à bien de nombreux projets, traité des dizaines de types de pièces avec autant de

recettes de cémentation, produit jusqu'à 500 000 boîtes de vitesses par an... Le tout avec très peu de changements sur le matériel, souligne Luigi Granieri, responsable maintenance traitement thermique du site. Cette pérennité est la qualité majeure

**Jusqu'à 500 000 boîtes de vitesse par an**

de l'ICBP !" Seule évolution de taille en 10 ans : l'installation, en collaboration avec ECM, de la technologie STG (Système de traitement des gaz) – qui permet d'oxyder les gaz de cémentation avant échappement – dans le cadre de la démarche ISO 14000 de GETRAG. La nouvelle production sera assurée, l'an prochain, sans autre changement sur les machines, à l'exception du renouvellement des corps de chauffe et des cellules de trempe, normal après quelques années...

### GETRAG en bref

Avec plus de trois millions de transmissions et un million de couples de pont produits annuellement, le groupe allemand GETRAG est le premier constructeur indépendant de transmissions au monde. Fondé en 1935, le groupe compte aujourd'hui 22 sites de R&D et de production, implantés dans huit pays sur trois continents. Il emploie plus de 13 300 personnes. (Source : [www.getrag.de](http://www.getrag.de))

Suite de la page 1

## 92 % de disponibilité

Cette pérennité est, comme souvent (voir notre article sur PSA Metz dans ce même numéro), le résultat d'une politique maintenance judicieuse. Après une première année délicate en raison de la nouveauté du process, le plan de maintenance a été affiné, et il est aujourd'hui assuré en complète autonomie par une équipe de sept techniciens GETRAG. "ECM a répondu présent, en organisant des formations et des séances de maintenance communes. Nous avons aussi mené conjointement plusieurs projets techniques, comme l'automatisation du chargement", indique Luigi Granieri. Avec un résultat jugé très satisfaisant : "En planifiant les opérations de maintenance le

dimanche, nous sommes parvenus à un taux de disponibilité supérieur à 92 %."

## Une performance construite dans la durée.

À l'heure de nouveaux projets, Luigi Granieri porte un regard serein sur ces 11 années de partenariat avec ECM. "Si c'était à refaire? Avec le recul, je ne changerais rien!"

**"Si c'était à refaire? Je ne changerais rien!"**

Et d'ajouter dans un sourire : "Je suis très satisfait de la technologie ICBP et j'en ai fait part à mes collègues du groupe GETRAG qui utilisent d'autres technologies de cémentation basse pression." C'est encore mieux quand c'est un client qui le dit...



En optimisant son plan de maintenance, GETRAG Italie est parvenu à un taux de disponibilité supérieur à 92 %

# ECM fait peau neuve sur la toile

Le nouveau site web d'ECM est en ligne ! Vous y retrouverez une présentation détaillée des solutions, de leurs avantages et applications, ainsi que les dernières innovations du groupe. Conçu comme un véritable portail web, le site donne également accès aux sites ECM de chaque pays. Évolutif, le site sera régulièrement mis à jour. Vous pourrez notamment y retrouver tous les numéros de Hot News en version pdf. À vos navigateurs ! <http://www.ecm-ip.com>



## Les rendez-vous du trimestre

### Gear Expo

Du 7 au 10 octobre au Cobo Center de Detroit, Michigan. L'équipe ECM sera heureuse de vous accueillir sur son stand, emplacement 417. À suivre également la présentation d'Aymeric Goldsteins, Business Development manager, sur "l'amélioration de la tenue en fatigue des pignons de transmission par la carbonituration et la trempe gaz".



### HK 2007

Congrès annuel du Traitement Thermique de l'AWT. Du 10 au 12 octobre, Wiesbaden – Allemagne. Stand 1032. Vous pourrez notamment y assister à une conférence de Benoit Rossignol, responsable R&D (ECM), sur le thème "Considération du process et choix de la nuance en cémentation basse pression".

### 12<sup>e</sup> International Exhibition on Heat Treatment

Du 21 au 23 novembre, Beijing – Chine. L'équipe chinoise d'ECM sera présente pour cet événement organisé par la China Heat Treatment Society. Ma Xiaoli, ingénieur métallurgiste, présentera une conférence sur la "méthode ECM pour réduire la déformation des pièces de boîte de vitesse en cémentation basse pression trempée gaz grâce au contrôle des facteurs clés".



### Club de l'industrie du Japon : les sabres au rendez-vous

ECM Japon a présenté les dernières innovations et les projets d'avenir d'ECM le 10 juillet dernier à Tokyo, lors de la séance inaugurale de la 5<sup>e</sup> conférence sur le traitement de surface organisée au Club de l'Industrie du Japon. Les 200 personnes présentes ont notamment pu découvrir la technologie LCBP (ligne continue de cémentation basse pression... à retrouver en détail dans le prochain numéro de Hot News !). La conférence s'est achevée sur la présentation par un maître artisan japonais de la méthode traditionnelle millénaire inégalée de fabrication de l'acier des sabres.



### Séminaire technique aux USA : un succès !

Le séminaire technique organisé par ECM USA à Plymouth, Michigan, a rassemblé 65 clients et prospects représentant 34 sociétés. Ces derniers ont pu découvrir ou approfondir leurs connaissances sur la cémentation basse pression, au travers d'une dizaine de présentations thématiques – des nuances d'acier à la carbonituration, de la maintenance des ICBP aux cellules de trempage gaz. La journée a également été marquée par les interventions de trois invités venus partager leur expérience : E. Huton (Bodycote Thermal Processing), O. Finot (Ascometal) et D. Kopka (Daimler-Chrysler). Nous les en remercions chaleureusement.



### Nouvelle application aux USA

La technologie modulaire ICBP intéresse aussi le monde de l'outillage professionnel. Le groupe américain Milwaukee Electric Tool Corporation, l'un des leaders mondiaux du marché, vient de commander à ECM une ICBP de trempe directe et revenu. L'installation sera intégrée au printemps 2008 sur ses lignes de production de lames de scies.

PSA Peugeot Citroën Metz  
intègre sa maintenance

# Temps de fonctionnement des ICBP : +11% !

Le site PSA de Metz est parvenu à une performance exceptionnelle en termes de continuité d'exploitation de ses ICBP, en améliorant et en internalisant la maintenance préventive des machines.



Avec 1,6 million de boîtes de vitesses par an, l'usine PSA de Metz produit une bonne part des systèmes de transmissions qui équipent les véhicules du constructeur français – de la 207 à la 807, de la C3 à l'utilitaire Jumpy Expert. Le traitement thermique des pièces est assuré sur place par un parc de deux ICBP horizontales et six fours poussants traditionnels. "Le taux de disponibilité de nos fours, par lesquels passe l'ensemble de notre production avant de parvenir aux ateliers d'assemblage, est bien évidemment un facteur-clé de performance pour l'usine", indique Michel Cervulle, responsable maintenance process, qui dirige un service de 370 personnes, dont une trentaine dédiées au traitement thermique. Un effectif important car la maintenance préventive est aujourd'hui complètement assurée en interne, avec des résultats remarquables. "Au total à peine 160 heures d'arrêt – hors préventif – en 2006 pour nos deux machines!", souligne Michel Cervulle.



L'usine de Metz produit 1,6 million de boîtes de vitesses par an.

## Transfert de savoir-faire

À la mise en service des ICBP, en 2000, la situation était pourtant bien différente. La maintenance, sous contrat avec ECM, prévoyait un plan d'intervention standard. Comme souvent, certaines opérations prévues par ce dernier se sont révélées inadaptées au mode d'utilisation spécifique des machines et à l'organisation du site. "Par exemple, il était impossible de contrôler la longueur des câbles pour des raisons d'accessibilité : mieux valait prévoir leur renouvellement une fois par an."

Les équipes de maintenance entreprennent ainsi, de 2000 à 2004, une refonte en profondeur des opérations de maintenance. Chaque dysfonctionnement est analysé en détail, en lien étroit avec les équipes ECM.

"Nous avons utilisé les méthodes d'analyses des causes de l'AMDEC. Dans 70 % des cas, la solution a été le fruit d'une réflexion commune entre ECM et PSA. Nous avons notamment réalisé un gros travail sur la chargeuse, pour améliorer la protection du codeur et des détecteurs de proximité."

En parallèle, PSA prépare la prise en

charge de la maintenance par ses propres équipes. À chaque intervention sur les machines, les équipes du constructeur accompagnent les opérateurs d'ECM. "Le transfert du savoir-faire sur le site même était indispensable pour gagner en indépendance et en flexibilité", explique Michel Cervulle.

## Autonomie complète

En quatre ans, cette double stratégie d'internalisation et de personnalisation du plan de maintenance s'avère largement gagnante. Les équipes PSA assurent la maintenance des ICBP en autonomie quasi complète. L'effort consenti pour accroître les plages horaires de maintenance est rentabilisé par une chute du temps d'immobilisation curative. Le nombre total d'heures d'arrêt – curatif plus préventif – est réduit de 43 % en un an, soit une augmentation de 11 % du rendement synthétique des machines ! "Pour une heure supplémentaire annuelle d'arrêt préventif, on gagne cinq heures annuelles de panne, sourit le responsable maintenance. Les mauvaises surprises sont devenues bien rares !" PSA ne compte pas s'arrêter en si bon chemin. Prochain objectif : la planification de l'ensemble des opérations de maintenance – jusqu'alors réalisées les lundis pour des raisons logistiques – pendant les week-ends.

**"Pour une heure d'arrêt préventif supplémentaire, on gagne cinq heures d'arrêt pour panne !"**



PSA Peugeot Citroën Metz : une maintenance assurée à 100% en interne.

Michel Cervulle, responsable maintenance process :  
"À peine 160 heures d'arrêt hors préventif pour nos deux machines en 2006."



# Nuances d'acier : facteur-clé de la performance en ICBP

La flexibilité de la cémentation basse pression fait du choix de la nuance d'acier un facteur-clé pour améliorer les performances mécaniques des pièces. À travers plus de 200 expériences, ECM est parvenu à caractériser l'influence de la trempabilité du matériau sur la profondeur de cémentation et la dureté à cœur. Une étape décisive vers un modèle complet, un nouvel atout majeur pour notre logiciel de simulation Infracarb.

À l'arrivée en production d'une nouvelle série de pièces, de nombreuses questions peuvent se poser à l'utilisateur d'une ICBP. Faut-il conserver le même gaz de cémentation ? Quel temps de diffusion adopter, à quelle température ? Trempe huile ou trempé gaz ? Modulaire, la technologie ECM permet de définir une très grande variété de process en agissant sur près de 50 paramètres. Cette souplesse conduit souvent à négliger un "détail" : la nuance d'acier. "Les industriels ont tendance à tenir leur choix de matériau pour acquis, constate Kenneth Picket, expert métallurgiste chez ECM USA. Ils recherchent alors le process de traitement thermique le plus adapté aux performances mécaniques attendues. Or il est en général plus facile de changer de nuance d'acier que de repenser l'intégralité du process !" Et cet ajustement préalable, on va le voir, est la clé d'un traitement thermique optimisé et maîtrisé.



**Ken Picket, expert métallurgiste, ECM USA :**  
"Le coefficient de trempabilité (DI) est le grandeur la plus pertinente pour classer les nuances d'acier."

mentation réelle et la dureté à cœur. Les résultats sont édifiants... Pour chacun des neuf process testés, il existe une relation très nette entre le DI et les propriétés de la pièce après traitement (profondeur de cémentation obtenue et dureté à cœur). Mieux : cette relation est de nature linéaire, avec, dans chaque cas, de bons coefficients de régression. "C'est un résultat très important, indique Kenneth Picket, car il nous permet d'extrapoler, en prolongeant les courbes, les résultats que l'on obtiendrait pour d'autres valeurs de DI !" La porte est ouverte pour la construction d'un modèle prédictif. Un premier outil est rapidement développé sur la base des neuf jeux de conditions expérimentales étudiés. "Ce modèle calcule, pour une valeur de DI saisie en entrée, les résultats des neuf recettes étudiées", résume Kenneth Picket. Les valeurs données en sortie seront bientôt validées par une nouvelle série d'expériences.

mentation réelle et la dureté à cœur. Les résultats sont édifiants...

Pour chacun des neuf process testés, il existe une relation très nette entre le DI et les propriétés de la pièce après traitement (profondeur de cémentation obtenue et dureté à cœur). Mieux : cette relation est de nature linéaire, avec, dans chaque cas, de bons coefficients de régression. "C'est un résultat très important, indique Kenneth Picket, car il nous permet d'extrapoler, en prolongeant les courbes, les résultats que l'on obtiendrait pour d'autres valeurs de DI !" La porte est ouverte pour la construction d'un modèle prédictif. Un premier outil est rapidement développé sur la base des neuf jeux de conditions expérimentales étudiés. "Ce modèle calcule, pour une valeur de DI saisie en entrée, les résultats des neuf recettes étudiées", résume Kenneth Picket. Les valeurs données en sortie seront bientôt validées par une nouvelle série d'expériences.

## De l'expérience au modèle

L'aventure ne s'arrête bien sûr pas là : ECM multiplie les tests, croise les conditions expérimentales, affine le modèle. "Cet important effort de recherche a permis de confirmer et d'exploiter le caractère stable, hautement déterministe de la technologie ICBP", souligne Kenneth Picket. Il va aboutir à la construction d'un modèle complet permettant, par le biais d'abaques, une maîtrise totale de l'ensemble des paramètres mis en jeu dans le traitement thermique par ICBP : nuances d'acier, choix de recettes, type de trempé, etc., en fonction du résultat mécanique attendu. Une véritable révolution, qui offre aux utilisateurs d'ICBP une souplesse et une maîtrise sans précédent pour l'optimisation de leurs process de traitement thermique. Ce modèle constituera, bien sûr, un atout de taille pour notre logiciel de simulation Infracarb. D'ici là, vous pouvez bien sûr contacter ECM pour tout conseil sur vos recettes... ET sur vos nuances d'acier !

## DI : un standard américain

Le DI (diamètre idéal) d'une nuance d'acier correspond au diamètre d'une barre cylindrique de cet acier dont le cœur durcit à 50 % de martensite après trempé. Fréquemment utilisé aux États-Unis pour caractériser la trempabilité d'un acier, le DI est méconnu en Europe, où les industriels recourent généralement aux tests de Jominy.

Nuance ANSI	DI	%C	%Mn	%Cr	%Ni	%Mo
4023	1,02	0,24	0,84	0,18	0,06	0,22
8620	2,22	0,19	0,84	0,55	0,62	0,3
4320	2,31	0,22	0,58	0,49	1,76	0,19
8822	2,65	0,22	0,85	0,55	0,61	0,32
4130	2,77	0,29	0,62	0,92	0,08	0,2
4130	3,48	0,32	0,88	0,91	0,05	0,12
51023	3,24	0,24	0,87	1,17	0,05	0,16
8819	4,13	0,23	1,37	0,74	0,33	0,17

Fig. 1 Composition et DI des huit nuances étudiées

Étapes du process	Température (°C)	Temps en minutes
Chauffe	750	6
Montée	950	45
Palier	950	61
Cémentation	Selon cas étudié	
Diffusion	Selon cas étudié	
Descente	880	15
Palier	880	15
Trempé	Selon cas étudié	

**Facteurs de contrôle**

- Recette et configuration de la charge
- Gaz de cémentation (C3H8), débit et durée
- Gaz de diffusion (N2), débit et durée

**Variables d'entrée**

- DI de l'acier
- Profondeur attendue de cémentation
- Type de trempé

**Variables de sortie**

- Dureté à cœur
- Profondeur réelle de cémentation

Fig. 2 Le process expérimental - paramètres fixes et variables.

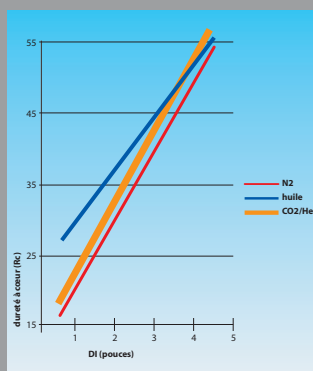


Fig. 3 Dépendance linéaire entre la profondeur de cémentation effective et le DI utilisé, pour les trois types de trempé étudiés.

**Siège social : ECM France**  
Technisud  
38029 Grenoble codex 2  
France  
Tél. : +33/(0)4 76 49 65 60  
Fax : +33/(0)4 38 49 04 03  
Email : ecm@ecm-ip.com

**Implantations internationales :**  
ECM USA : +1/262 605 4810  
ECM China : +86/10 858 02642  
ECM Japan : +81/3 6848 6187

