

**ANALYSE COÛT-BÉNÉFICE  
DE LA TECHNOLOGIE DU MOTEUR À INJECTION  
DIRECTE D'ESSENCE**

Préparé pour:  
**RESSOURCES NATURELLES CANADA**  
Ottawa, Canada

Préparé par:  
**ENERGY AND ENVIRONMENTAL ANALYSIS, INC.**  
1655 North Fort Myer Drive  
Arlington, VA 22209

April 17, 1998

## Résumé

La technologie du moteur à injection directe d'essence (moteur GDI - *Gasoline Direct Injection*) a reçu une attention considérable au cours des dernières années. On considère ce genre de moteur comme un moyen de rehausser de beaucoup le rendement énergétique sans trop s'éloigner de la technologie classique des moteurs à combustion interne. À bien des égards, l'injection directe représente une étape de plus dans l'évolution des systèmes d'alimentation des moteurs à essence. Lors de chaque étape de cette évolution (où l'on est passé du carburateur mécanique à l'injection monopoint et multipoint, puis à l'injection multipoint séquentielle), on a tiré avantage d'améliorations apportées aux injecteurs et aux systèmes de commande électroniques, pour réaliser des progrès graduels dans la maîtrise des moteurs à combustion interne. D'autres perfectionnements de ces technologies, et l'évolution continue de la conception des soupapes d'admission et de la chambre de combustion, notamment sur le plan de la dynamique d'écoulement des gaz dans cette dernière composante, ont permis de produire des moteurs GDI pour le secteur de l'automobile. Les constructeurs Mitsubishi, Toyota et Nissan offrent tous des moteurs à quatre temps à injection directe d'essence sur le marché japonais.

La technologie de l'injection directe d'essence offre un potentiel d'applications pour une grande partie du secteur de l'automobile. Cette technologie intéresse les concepteurs de moteurs à deux temps parce qu'elle permet d'éviter l'évacuation de carburant imbrûlé lorsque les soupapes d'admission et d'échappement s'ouvrent simultanément. D'ailleurs, beaucoup d'améliorations technologiques de l'injection directe ayant fait aboutir ce système d'alimentation au stade de la production sont reliées à des recherches récentes sur les moteurs à deux temps. Toutefois, les avantages que présente la technologie GDI sur le plan du rendement énergétique revêt un intérêt tant pour les concepteurs de moteurs à deux temps que pour les concepteurs de moteurs à quatre temps. Bien que les plus grands gains d'efficacité énergétique liés à l'injection directe d'essence soient obtenus par les moteurs à charge stratifiée et à combustion de mélange pauvre (injection directe à charge stratifiée), des économies de carburant importantes peuvent être réalisées même avec une combustion stœchiométrique. Toutefois, comme dans le cas des moteurs

produits actuellement, les moteurs GDI doivent être évalués non seulement en fonction de l'amélioration théorique du rendement énergétique qu'ils peuvent apporter, mais aussi en fonction de leur taux d'émissions polluantes.

L'intérêt porté à l'injection directe d'essence n'est pas nouveau. Les premiers travaux sur de tels moteurs remontent aux années 1930. On comprend mieux l'attrait fondamental de l'injection directe d'essence lorsqu'on compare ce système avec celui de l'injection directe du carburant diesel. Comme pour de dernier, le système GDI commande la charge du moteur par la quantité de carburant qui est injectée dans le cylindre et ne requiert pas l'utilisation d'un papillon des gaz. Ainsi, les pertes dues à l'action du papillon sont éliminées, l'excès d'air est brûlé, et tout ceci rehausse grandement l'efficacité thermodynamique. Avec une configuration optimale, le moteur à essence à injection directe a une efficacité s'approchant de celle d'un moteur diesel (après prise en considération de la différence de masse volumique entre l'essence et le carburant diesel), tant en ce qui a trait à la consommation de carburant qu'aux émissions de dioxyde de carbone. De plus, on obtient ce degré d'efficacité sans avoir à respecter les exigences de conception découlant des contraintes associées aux diesels.

Bien que le concept de l'injection directe d'essence ne soit pas nouveau, la technologie complexe d'injection de carburant et de régulation de la charge qui a été nécessaire pour amener ce système au stade de la production en série n'a été mise au point que récemment. Des dispositifs perfectionnés, soit des injecteurs haute pression qui produisent un jet de carburant très fin et précis, ainsi que des systèmes de régulation de l'air d'alimentation, permettent maintenant de procéder à l'injection directe d'essence en toute stabilité. Cependant, il existe des obstacles à l'introduction des moteurs GDI à grande échelle, notamment l'obligation de respecter des normes strictes en matière d'émissions polluantes. Dans le présent rapport, nous nous penchons aussi bien sur les gains d'efficacité qu'apporte la technologie de l'injection directe d'essence que sur les exigences relatives aux émissions dont il faut tenir compte avant que le moteur GDI puisse supplanter la technologie du moteur classique à explosion.

**Pour de plus amples informations,  
contactez:**

Patrick Gosselin

Office de l'efficacité énergétique,

Ressources naturelles Canada

(613) 992-9254