



# ***TECHNOLOGIES SKYACTIV<sup>MD</sup>***

**Dossier de presse**

zoom-zoom

## Table of Contents

1. Survol : Défier les conventions.....	3
2. Lancement.....	9
3. « Vroum-Vroum responsable » : Une stratégie modulaire.....	12
4. TECHNOLOGIES SKYACTIV.....	15
5. Moteur à essence SKYACTIV-G.....	19
6. Moteur diesel SKYACTIV-D.....	24
7. Boîte automatique SKYACTIV-Drive.....	29
8. Boîte manuelle SKYACTIV-MT.....	32
9. Carrosserie SKYACTIV-Body et châssis SKYACTIV-Chassis.....	35

---

# 1. Survol : Défier les conventions

**Moteurs, boîtes de vitesses, carrosserie et châssis : la toute nouvelle gamme de technologies SKYACTIV<sup>MD</sup> de Mazda conçue pour améliorer le rendement énergétique et la viabilité de la nouvelle génération de modèles de l'entreprise en plus de rehausser les caractéristiques de sécurité et la dynamique de conduite.**

L'innovation est au cœur des technologies SKYACTIV, lesquelles se concentrent sur l'optimisation de la combustion interne et la réduction du poids. Ces technologies seront mises en application sur tous les futurs modèles – pas seulement sur les variantes écoénergétiques coûteuses – afin que tous les clients Mazda puissent en profiter.

## **Moteur à essence de 2 litres SKYACTIV-G : En quête du moteur à combustion idéal**

Une gamme de technologies entièrement nouvelles a été incorporée au moteur à essence SKYACTIV-G à haut rendement et à injection directe. Particulièrement puissant et remarquablement éconergétique, ce dernier fait passer la compression à un niveau bien supérieur, résolvant toutes les questions qui, jusqu'à maintenant, empêchaient la faisabilité de cette approche. Cette méthodologie si peu conventionnelle caractérise bien la manière unique de concevoir de Mazda.

### **Faits saillants :**

- Taux de compression exceptionnellement élevé de 13:1 (14:1 dans d'autres marchés, à cause d'un indice d'octane plus élevé de l'essence)
- Taux de compression extraordinaire rendu possible grâce à l'utilisation d'un système d'échappement 4-2-1, de pistons munis d'une cavité redessinée, de nouveaux injecteurs multipoint et d'autres innovations servant à empêcher la combustion anormale (« cognement »)
- Réduction des pertes au changement de charge au moyen du calage variable séquentiel des soupapes en continu (double S-VT) sur l'admission et l'échappement
- Frottement interne du moteur réduit de 30 %
- Poids total réduit de 10 %
- Réduction approximative de 15 % de la consommation de carburant et des émissions de CO<sub>2</sub> par rapport au moteur à essence actuel MZR de 2 litres de Mazda
- Augmentation approximative de 15 % du couple à bas et à mi-régimes (en tr/min)



## **Moteur diesel de 2,2 litres SKYACTIV-D : Plus de couple, combustion plus propre**

Propre, monte rapidement en régime, nerveux et plus amusant que jamais. Mazda place la barre plus haut en ce qui concerne la puissance du diesel en concevant son moteur SKYACTIV-D. Le faible taux de compression y joue un rôle essentiel, aussi, étant donné que les processus internes ont encore été entièrement réexaminés. Résultat : une puissance efficace conçue pour satisfaire aux normes les plus rigoureuses en matière d'environnement, sans la nécessité d'avoir recours à des systèmes de post-traitement spéciaux et coûteux.

### **Faits saillants :**

- Réduction approximative de 20 % de la consommation de carburant et des émissions de CO<sub>2</sub> par rapport au moteur diesel actuel MZR-CD de 2,2 litres de Mazda, grâce à un taux de compression extraordinairement bas de 14:1 et à une phase d'expansion après combustion conséquemment plus longue
- Levée variable des soupapes d'échappement pour la recirculation interne des gaz d'échappement, stabilisant immédiatement la combustion après un démarrage à froid
- Nouvelle turbocompression à deux étages offrant une réponse régulière dans toute la gamme de régimes du moteur (maximum de 5 200 tr/min)
- Filtre à particules (FAP) diesel céramique hautes performances
- Satisfait aux normes antipollution Euro 6, Tier II BIN 5 (Amérique du Nord) et aux règlements Post New Long Term Emission Regulations (Japon) sans qu'il soit nécessaire d'utiliser des systèmes coûteux de post-traitement des NO<sub>x</sub>
- Poids réduit de 10 %
- Frottement interne du moteur réduit de 20 %



## **Boîte automatique 6 vitesses SKYACTIV-Drive**

Réactive et garantissant des passages en douceur et une expérience de conduite agréable, et affichant pourtant une faible consommation de carburant, la transmission SKYACTIV-Drive de Mazda est conçue pour offrir ce qu'il y a de mieux en matière de performance et de rendement énergétique – même associée à un moteur diesel à couple élevé.

### **Faits saillants :**

- Technologie unique combinant les avantages des boîtes automatiques classiques, des boîtes à variation continue (CVT) et des boîtes à double embrayage
- Prise directe dans toute la gamme de rapports (convertisseur de couple avec embrayage verrouillable dans toute la gamme de rapports) offrant une sensation directe semblable à celle que procure une boîte manuelle
- Réduction de la consommation de carburant pouvant aller jusqu'à 7 %
- Passages rapides et en douceur des vitesses grâce au nouveau module mécatronique
- Accélération puissante et régulière à partir du point mort
- Disponible avec les moteurs SKYACTIV-G et SKYACTIV-D



### **Boîte manuelle 6 vitesses SKYACTIV-MT**

Mazda a conçu la nouvelle boîte manuelle 6 vitesses SKYACTIV-MT, très légère, petite et efficace, afin de réduire la consommation de carburant sans pour autant compromettre le plaisir. Le point de référence était la sensation de passage des rapports prompte et précise du légendaire roadster MX-5 Miata.

#### **Faits saillants :**

- Optimisée pour les véhicules à moteur à l'avant et à traction avant procurant des passages de vitesses rapides et précis
- Redessinée de manière à la rendre considérablement plus petite et plus légère
- Permet un aménagement efficace du véhicule grâce à sa petite taille
- Contribue à réduire la consommation de carburant grâce à la réduction du frottement interne



## Carrosserie SKYACTIV-Body

Plus légère, plus robuste et plus sécuritaire. Les concepteurs de Mazda ont dû faire table rase du passé pour mettre au point la carrosserie SKYACTIV, qui allie légèreté, résistance accrue des matériaux et structures plus efficaces.

### Faits saillants :

- Réduction du poids de 8 % au moyen d'une structure de carrosserie nouvellement conçue, de nouveaux procédés de production (méthodes de collage) et d'une forte proportion d'acier à haute résistance
- Dynamique de conduite améliorée grâce à une rigidité accrue de 30 % résultant des concepts de « structure droite » et de « continuité de la structure » (structure en anneaux) qui ont été appliqués aux composants du cadre de châssis
- Performance en matière de sécurité passive améliorée au moyen de la reconception des zones d'impact en utilisant de multiples trajectoires pour la répartition de l'énergie d'impact.



## Châssis SKYACTIV-Chassis

Mazda a mis au point un châssis qui, lorsqu'on repousse les limites du véhicule, allie maniabilité précise avec confort de roulement et stabilité. Le châssis SKYACTIV offre également une rigidité accrue malgré sa légèreté. Le conducteur ne fait qu'un avec son véhicule.

### Faits saillants :

- Symbiose parfaite entre le conducteur et son véhicule dans la tradition du *Jinba Ittai*, expérience de conduite inspirée de la maniabilité et du confort de roulement exceptionnels de la MX-5
- Qualité de roulement améliorée à toutes les vitesses (maniabilité à basse et à moyenne vitesses autant que stabilité à haute vitesse) à la suite d'une reconception des supports de suspension arrière, de la position des bras oscillants, des composants de la direction et des réglages (entre autres choses)
- Rigidité accrue et réduction de 14 % du poids du châssis grâce à une suspension nouvellement conçue avec jambes de force à l'avant et essieu multibras à l'arrière





## 2. Lancement

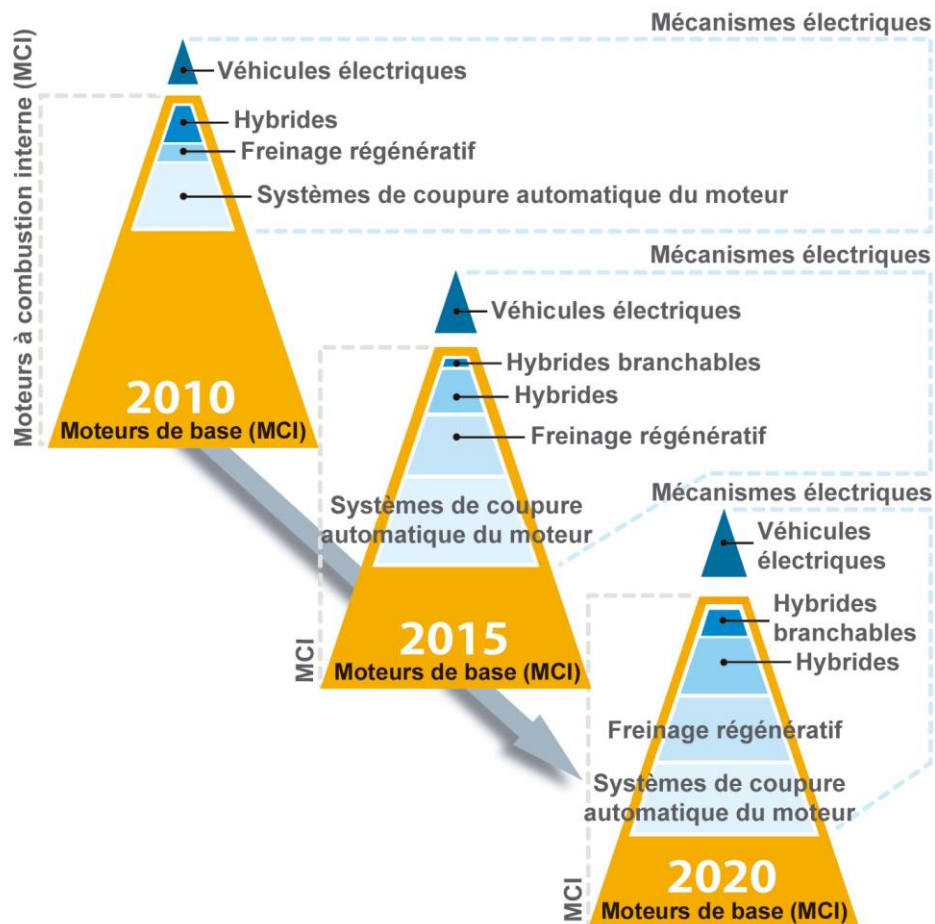
**« *Au-delà de toutes limites* » : Cette phrase va de pair avec une toute nouvelle génération de technologies Mazda et symbolise une ère nouvelle pour l'entreprise. À la différence d'autres fabricants, la façon unique de construire de Mazda a toujours inclus un élément fondamental : le plaisir de conduire. Le principal objectif des ingénieurs de Mazda pendant la mise au point de ses technologies SKYACTIV a été d'augmenter radicalement le rendement énergétique des véhicules pour tous les modèles de prochaine génération en réduisant la consommation de carburant et les émissions de CO<sub>2</sub> et en rehaussant les caractéristiques de sécurité et le plaisir de conduire. Et ils sont parvenus à concilier ces objectifs, entrant parfois en conflit, et la toute nouvelle gamme SKYACTIV de moteurs, de boîtes de vitesses, d'architecture de carrosseries et de châssis qui fera partie de la prochaine génération de modèles Mazda à compter de 2012.**

Les moteurs à combustion interne continueront à propulser plus de 80 % des véhicules en 2020. Toutefois, les versions actuelles fonctionnent à 30 % de leur capacité, c'est pourquoi il y a beaucoup de place pour l'amélioration. En faisant fi des idées conventionnelles, les ingénieurs de Mazda se sont concentrés sur un seul objectif : réaliser la combustion idéale. Là se trouve le point de départ du moteur à essence SKYACTIV-G et du moteur diesel SKYACTIV-D de Mazda dans tous les modèles de prochaine génération – et pas seulement les modèles écoénergétiques coûteux. Cela souligne l'engagement inconditionnel de l'entreprise à améliorer la durabilité de l'environnement, la sécurité des véhicules et la dynamique de conduite.

Un des principaux objectifs d'affaire de Mazda consiste à rendre les moyens de transport individuels écologiques et abordables pour une large tranche de la population. Voilà pourquoi Mazda s'est donné comme priorité d'accroître l'efficacité de ses moteurs à combustion interne. Les membres du personnel de recherche et développement (RD) de l'entreprise à Hiroshima ont cherché les meilleurs moyens de parvenir à une optimisation remarquable des procédés inhérents à l'architecture élémentaire de ce moteur, en réduisant régulièrement et largement la consommation de combustibles fossiles.

## Combustion interne : toujours à la base des déplacements en 2020

De nombreux fabricants automobiles planifient de concentrer leurs efforts, à moyen terme, sur la propulsion hybride et, à long terme, sur la propulsion entièrement électrique. À ce sujet, Mazda ne diffère pas des autres, ayant travaillé pendant plus de 20 ans à la mise au point de véhicules hybrides et entièrement électriques. En réalité, un nombre très limité d'une version électrique de la Mazda2 sera mis sur le marché en 2012 au Japon dans le cadre d'un programme de location. Ce projet de véhicule électrique devrait offrir un nouvel aperçu précieux de la technologie de propulsion électrique et de la manière dont les véhicules électriques sont utilisés. Toutefois, même si les prévisions optimistes s'avèrent justes – qu'environ 12 % de toutes les voitures en Amérique du Nord et 23 % en Europe seront propulsées par un moteur électrique d'ici 2020 –, la grande majorité des gens conduiront des véhicules équipés d'un moteur à combustion interne.



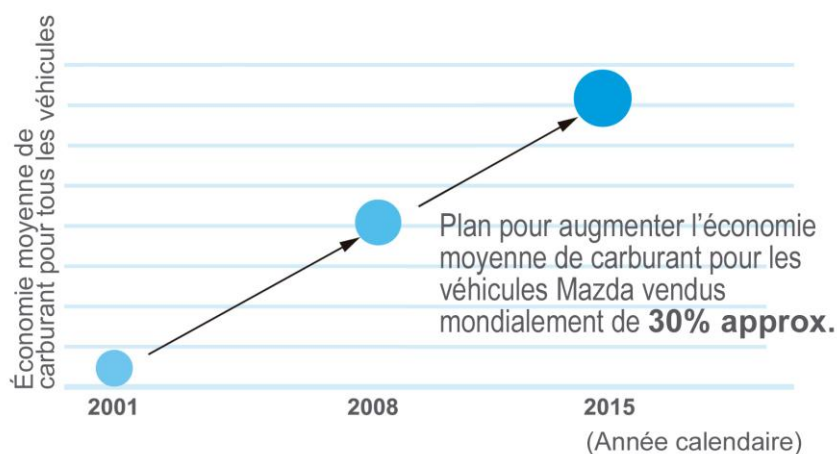
Évolution prévue des technologies environnementales

Selon TrueCar Inc., fournisseur de solutions automobiles et éditeur de données sur les transactions de véhicules neufs, d'ici 2020, les véhicules hybrides représenteront 8 % du marché nord-américain, les véhicules purement électriques accaparant une part de 4 %. Les estimations sont un peu plus élevées en Europe. Selon une étude datant de 2010 menée par Eurotax, les véhicules essentiellement électriques compteront pour 10 % des ventes sur le marché. Les ventes de véhicules hybrides devraient aussi augmenter de 10 %.

Qu'on se situe en haut ou en bas sur l'échelle de l'estimation du chiffre d'affaires, d'ici 10 ans, les véhicules propulsés essentiellement par des moteurs à essence et diesel représenteront encore 80 à 88 % du marché. Aussi, l'empreinte CO<sub>2</sub> des moteurs à combustion interne demeurera moins importante que celle des moteurs électriques et ce, aussi longtemps que leur électricité sera tirée de ressources non renouvelables.

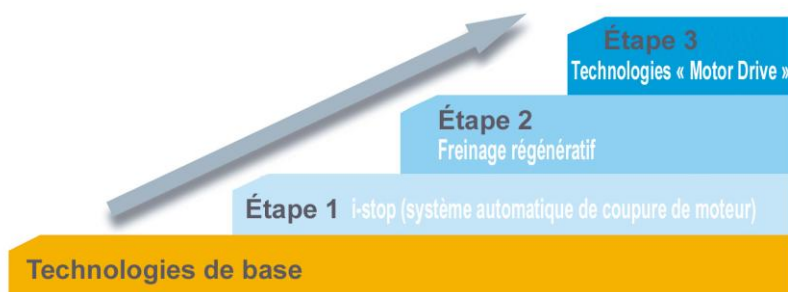
### 3. « Vroom-Vroom responsable » : Une stratégie modulaire

En 2007, Mazda invente la stratégie « Vroom-Vroom responsable », qui annonce une augmentation étonnante de 30 % en économie de carburant (comparativement aux niveaux de 2008) pour tous les véhicules Mazda offerts partout dans le monde d'ici 2015. Cela représente une réduction de 23 % de la consommation d'essence et, conséquemment, des émissions de CO<sub>2</sub>.



Objectif de consommation de carburant moyenne

Cet ambitieux projet sera mis en œuvre à l'aide de la stratégie modulaire de Mazda, soit l'intégration progressive de systèmes électriques auxiliaires dans les moteurs à combustion interne SKYACTIV.

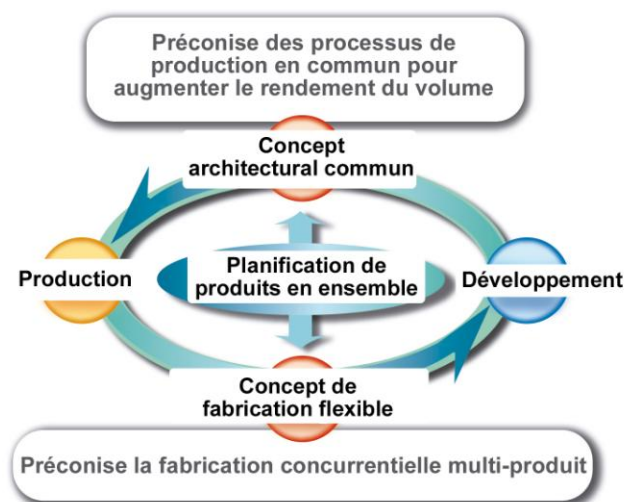


Stratégie modulaire de Mazda

Le système de départ et d'arrêt du moteur propre à Mazda (i-stop), lancé en 2009 dans certains marchés, représente une avancée sur le chemin de l'optimisation complète de cette technologie sous-jacente. Des composants électriques supplémentaires suivront. Le système de freinage régénératif est un exemple des technologies actuellement mises au point par Mazda. Ce système est conçu pour récupérer l'énergie du freinage pendant la décélération. Pour autant que les hybrides sont concernés, Mazda a formé un partenariat avec Toyota afin d'allier sa technologie hybride aux moteurs SKYACTIV (voir l'encadré). Les réductions en ce qui a trait à la consommation de carburant et aux émissions de CO<sub>2</sub> prévues d'ici 2015 ne seraient autrement réalisables que si la moitié des nouvelles voitures Mazda étaient hybrides ou que le quart d'entre elles était entièrement électrique.

**« Innovation Monotsukuri » : procédés novateurs, fabrication novatrice**

En 2007, avant même que les technologies SKYACTIV ne soient dévoilées, Mazda a entamé la réforme des procédés utilisés pour la construction des véhicules, de l'étape de RD à celle de la fabrication. Cette approche à l'échelle de l'entreprise, qu'on appelle « Innovation *Monotsukuri* », est élaborée à partir d'un concept architectural commun et d'un concept de fabrication flexible inspiré de la planification de produits en ensemble. L'approche *Monotsukuri* a mené à des innovations en matière de diversification (satisfaire aux besoins variés des clients) ainsi qu'à la normalisation des architectures et des pièces en vue de l'amélioration du rendement énergétique, ce qui a permis à Mazda d'utiliser des technologies de haut niveau et de haut rendement sur une vaste gamme de modèles de véhicules, et de réagir plus rapidement aux changements dans les besoins de la clientèle. L'approche « Innovation *Monotsukuri* » permet d'obtenir un rapport coût-efficacité de haut niveau dont le client bénéficie en bout de ligne.



Innovation Monotsukuri

## **La technologie du système hybride de Mazda dans le cadre de la coopération avec Toyota**

Toyota Motor Corporation et Mazda Motor Corporation ont conclu une entente en 2010 concernant l'approvisionnement en composants dotés de la technologie hybride, sur laquelle repose la Toyota Prius. Mazda prévoit intégrer ce système hybride à ses technologies SKYACTIV de prochaine génération afin de mettre au point et de lancer un véhicule hybride au Japon à compter de 2013.

## **Combustion interne de pointe pour un véhicule hybride Vroom-Vroom efficace**

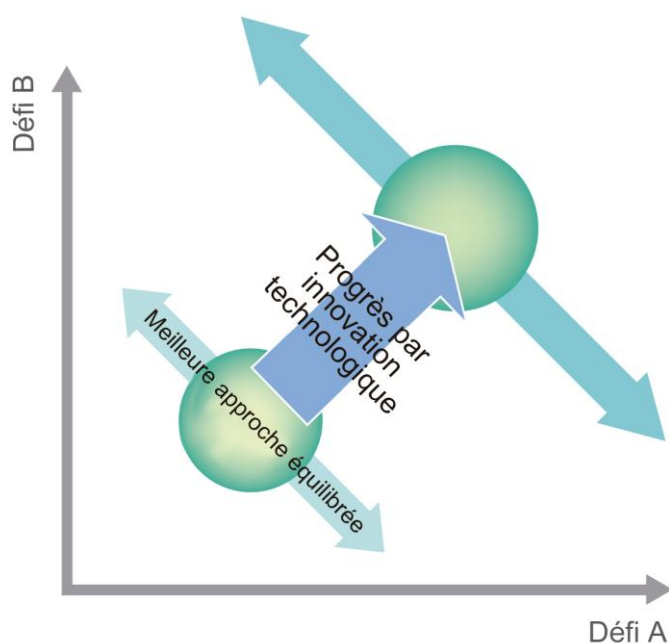
Mazda prévoit offrir des véhicules hybrides à moyen terme. Toutefois, elle a opté pour un objectif de conception différent de celui de ses concurrents. Encore une fois, l'amélioration des moteurs à combustion interne SKYACTIV constitue le principal objectif.

La consommation de carburant des moteurs actuels fait rapidement passer la charge de carburant de moyenne à faible lorsque le moteur fonctionne à basse vitesse. La raison pour laquelle les véhicules hybrides offrent une telle économie de carburant est que le moteur à combustion interne est utilisé dans sa plage de fonctionnement la plus économique en essence afin de générer de l'électricité, laquelle (à l'aide de l'énergie régénérée) alimente le véhicule à faible charge. Mais plus l'étendue de la charge faible inefficace du moteur à combustion interne est vaste, plus la taille du moteur électrique et de la batterie d'une hybride doit être considérable afin de pallier la situation.

En conséquence, grâce à son rendement énergétique dans une vaste plage de fonctionnement, la combinaison d'un groupe motopropulseur à combustion interne SKYACTIV et d'un moteur électrique améliore le rendement énergétique global en plus d'offrir un véhicule hybride Vroom-Vroom équipé d'un moteur électrique et d'une batterie plus légers. Le freinage régénératif peut ainsi servir de source d'énergie principale pour charger la batterie.

## 4. TECHNOLOGIES SKYACTIV

Les technologies SKYACTIV seront lancées en Amérique du Nord, sur une toute nouvelle génération de modèles équipés de moteurs, de boîtes de vitesses, de carrosseries et de châssis novateurs. En cours de route, Mazda a suivi ce qu'on appelle l'approche « révolutionnaire ». Cette approche réclame la résolution de conflits techniques – tels que l'amélioration simultanée des caractéristiques de sécurité, de la dynamique de conduite et de la consommation de carburant – afin de continuellement perfectionner la technologie automobile sous-jacente dans de nouvelles générations de produits.



Approche « révolutionnaire » de Mazda

### Conception du moteur à combustion interne idéal

Mazda se fraie son propre chemin conformément à une longue tradition d'ingéniosité établie au cœur de son centre interne de recherche et développement du moteur. Même après 120 ans de développement continu, le moteur à combustion interne ne parvient toujours pas à utiliser entre 70 et 90 % de l'énergie générée par la combustion de l'essence. Puisque cette perte d'énergie est principalement de nature thermique et qu'elle peut être attribuée aux systèmes d'échappement et de refroidissement ainsi qu'aux surfaces du moteur et de la boîte de vitesses, le principal objectif de l'équipe de RD a été d'améliorer l'efficacité thermique du moteur. Outre cela, Mazda a aussi passé beaucoup de temps à travailler sur la réduction du frottement interne et du poids du moteur.

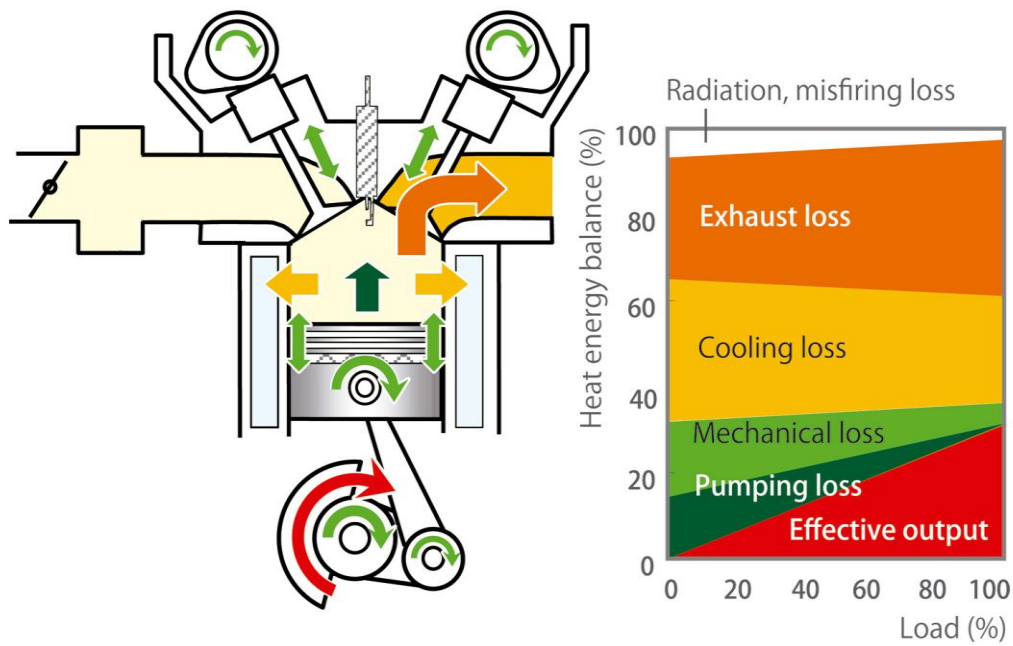


Fig.2-1 Energy balance in an ICE

Les six facteurs maîtrisables au cœur de cette approche sont :

- Le taux de compression
- Le rapport du mélange air-carburant
- La durée de la combustion
- La distribution de la combustion
- La perte au changement de charge
- La perte de charge par frottement mécanique

L'objectif était d'optimiser ces facteurs, de les rendre le plus efficace possible et d'entreprendre des démarches déterminantes en vue de créer le moteur à combustion interne idéal. En bout de ligne, le taux de compression finirait par jouer un rôle essentiel parmi ces facteurs à la fois pour les moteurs à essence et diesel.



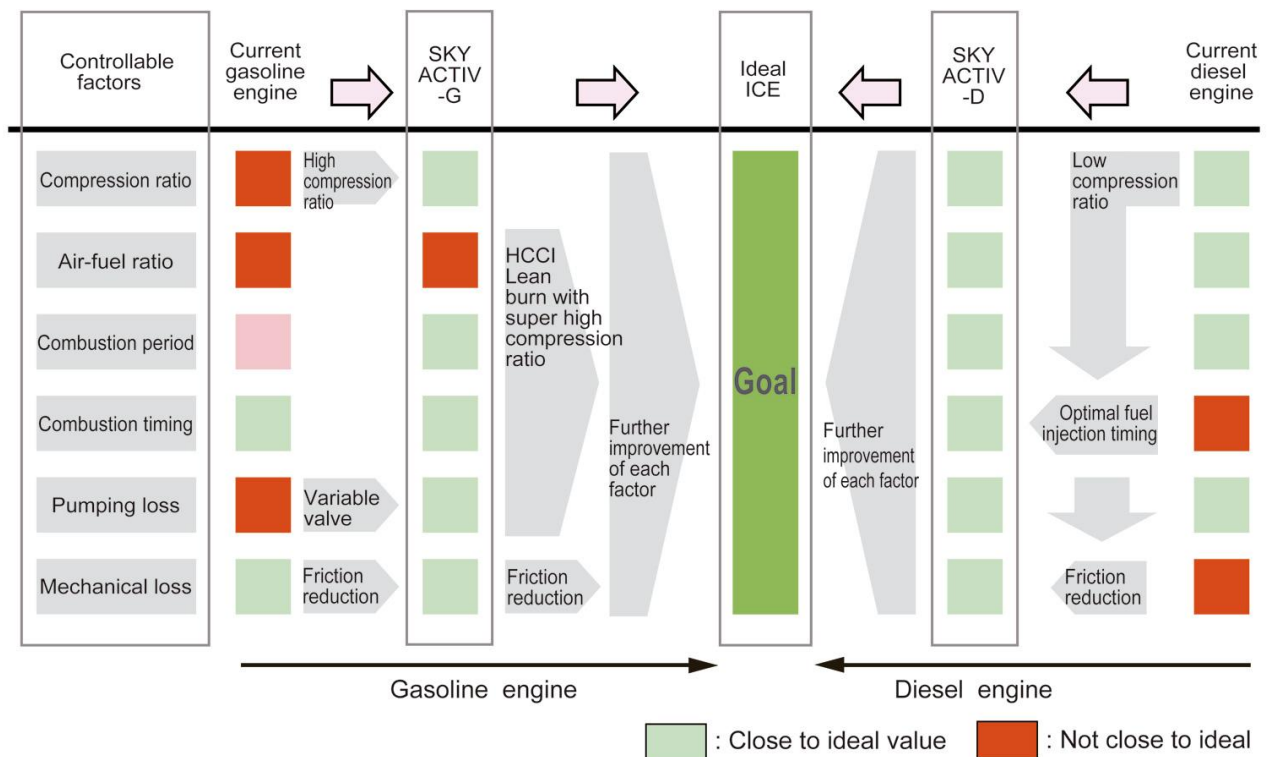


Fig.2-3 Roadmap toward the ideal ICE

L'une des forces de Mazda est sa volonté de faire fi des idées et d'aborder les défis d'une manière nouvelle et novatrice. Le moteur rotatif exclusif de Mazda qui a propulsé le légendaire 787B – le seul moteur rotatif à avoir gagné les 24 Heures du Mans (en 1991) en est un exemple. La MX-5 Miata, voiture qui a fait renaître l'intérêt pour les roadsters sur le marché partout dans le monde, en est un autre. Les technologies novatrices SKYACTIV marqueront la plus récente étape importante franchie par Mazda dans l'histoire automobile. Mises au point au moyen de procédés propres à Mazda, elles ont encore une fois prouvé à quel point Mazda tient les rennes de son avenir technologique.

Les nouveaux moteurs SKYACTIV, par exemple, n'ont pas été mis au point indépendamment en des lieux séparés. Au lieu de cela, un groupe relativement restreint d'ingénieurs spécialisés ont commencé par élaborer les meilleures architectures de moteur possibles pour ensuite en faire une fondation pour tous les nouveaux moteurs, sans tenir compte du nombre de cylindres ou du type de carburant.

« Notre division Développement pour la production à grande échelle s'est affairée à élaborer la meilleure architecture possible; on y retrouve une efficacité sans pareil, un rendement

spectaculaire et le meilleur niveau de qualité que nous avons connu, a commenté Seita Kanai, vice-président exécutif de Mazda Motor Corporation. Ensuite, nous pourrions par exemple fabriquer des cylindres plus gros, plus petits, les multiplier par trois, quatre, six, etc., créer une gamme de moteurs pour répondre à n'importe quelle demande future. »

### **Un taux de compression extrême plutôt qu'une réduction**

Certains fabricants automobiles cherchent à améliorer la consommation de carburant moyenne de leurs moteurs à combustion interne en diminuant la cylindrée. La perte de puissance et de couple, aussi appelée « réduction », est compensée en forçant l'entrée d'air dans les chambres de combustion au moyen de turbocompresseurs ou de compresseurs de suralimentation.

Même s'il s'agit d'une approche efficace, Mazda a emprunté une autre voie. Tel que mentionné précédemment, la recherche du moteur à combustion interne idéal est un point de départ important de la stratégie modulaire de Mazda. D'après les plans de Mazda dans leur quête d'un moteur idéal, l'étape suivante la plus influente était d'optimiser le taux de compression.

# 5. Moteur à essence SKYACTIV-G

Les avantages de l'unique moteur à essence à injection directe SKYACTIV-G résultent de l'approche d'ingénierie « révolutionnaire » exclusive de Mazda. En analysant et en repensant de fond en comble les principes communs de la thermodynamique, les ingénieurs ont réussi à fabriquer un moteur affichant un taux de compression extraordinairement élevé de 13:1. Jusqu'à présent, ce niveau n'a été atteint que dans les moteurs à haut rendement de voitures de course qui ne sont pas conçues pour les déplacements quotidiens. Mazda a franchi ces obstacles.



## 13:1 – Taux de compression extrêmement élevé

La question du taux de compression, abordée de n'importe quel angle, nécessite l'étude des avantages et des inconvénients d'une compression élevée. Augmenter le taux de compression dans un moteur à essence accroît son efficacité thermique et améliore ainsi la consommation de carburant. Toutefois, le taux de compression élevé dans les moteurs conventionnels résulte en une combustion anormale indésirable (appelée cognement) et, parallèlement, en une réduction du couple. L'utilisation d'un mélange air-carburant plus riche et d'une synchronisation de l'allumage retardée permet d'empêcher le cognement, mais cela se produit également aux dépens de la consommation de carburant et du couple. Alors comment ces obstacles ont-ils été surmontés?

## Taux de compression élevé sans cognement

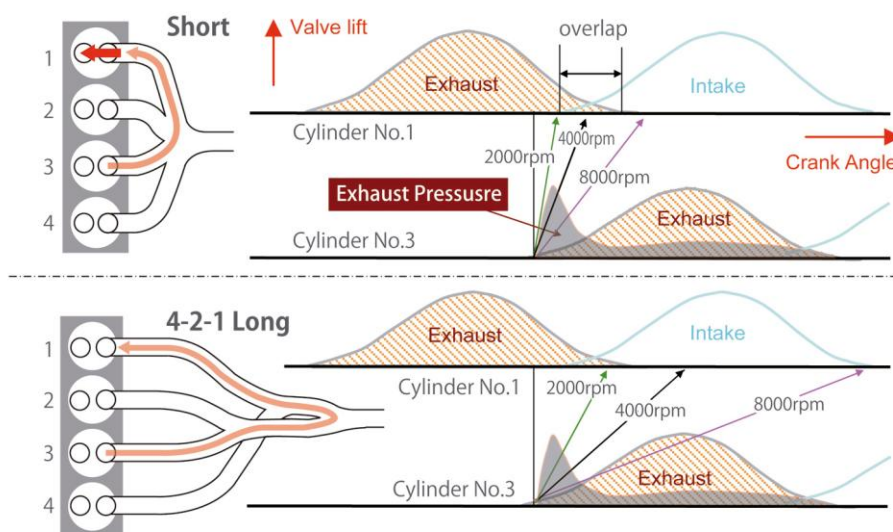


Fig.2-9 Residual gas reduction by 4-2-1 exhaust system

Le cognement a lieu lorsque le mélange air-carburant s'allume prématurément en raison d'une température et d'une pression trop élevées. Cette situation peut être évitée en réduisant la quantité et la pression des gaz résiduels chauds à l'intérieur de la chambre de combustion. En réponse à cela, Mazda a mis au point un collecteur d'échappement 4-2-1 spécial qui, en raison de sa structure relativement longue, empêche les gaz d'échappement venant tout juste de sortir du cylindre de revenir de force dans la chambre de combustion. La réduction de la température de compression qui en résulte empêche le cognement.

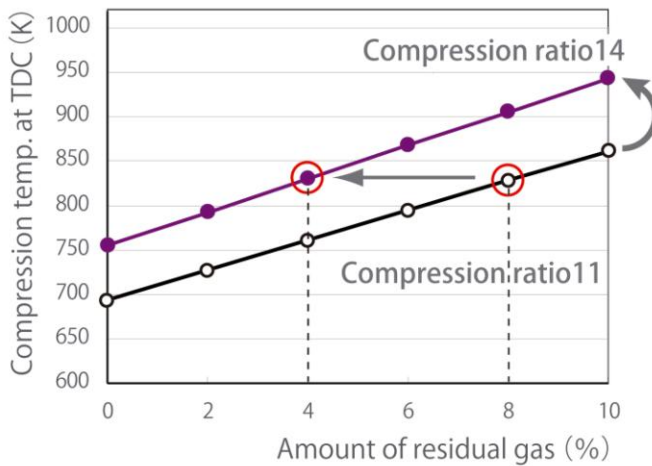


Fig.2-8 Effect of residual gas reduction

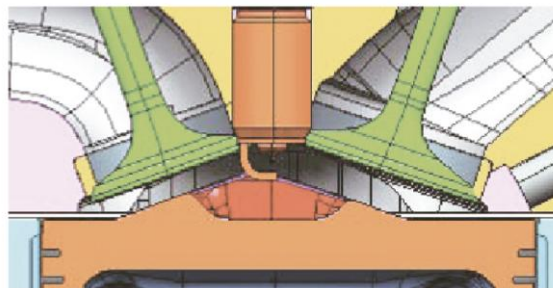
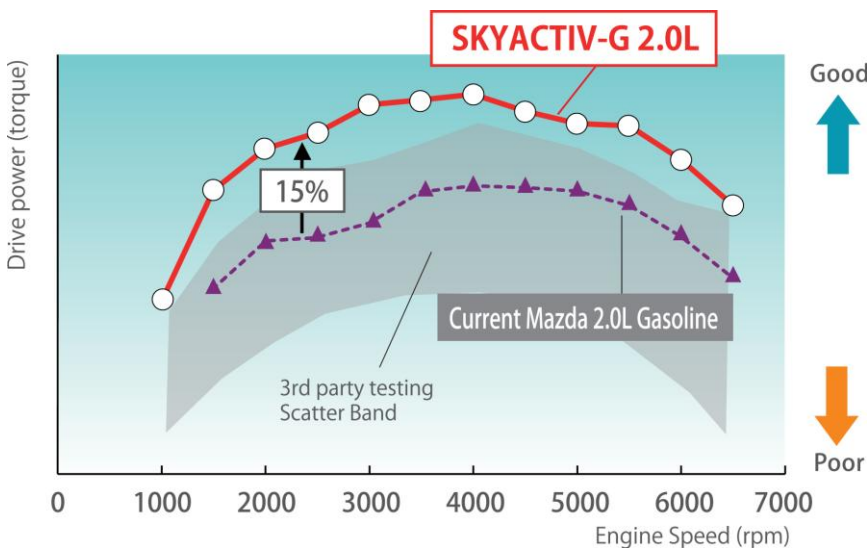
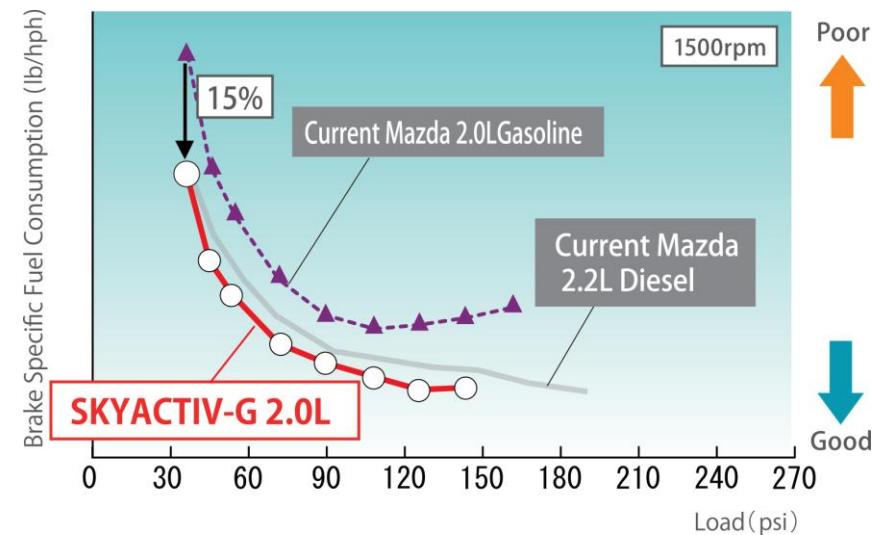


Fig.2-10 Piston cavity (1)

La durée de la combustion a aussi été réduite. Une combustion rapide raccourcit la période durant laquelle le mélange air-carburant est exposé à des températures élevées, ce qui permet à la combustion normale de prendre fin avant que le cognement ne se produise.

Le nouveau moteur a aussi reçu des pistons munis de cavités spéciales qui permettent à la flamme de combustion initiale de se propager sans entrave, ainsi que de nouveaux injecteurs

multipoint qui améliorent les propriétés du jet de carburant. Ces innovations, combinées au collecteur d'échappement 4-2-1, ont généré une augmentation substantielle de 15 % en couple pour le moteur à essence MZR de 2 litres actuel de Mazda. Le conducteur de tous les jours adorera le couple remarquablement élevé du SKYACTIV-G dans une vaste plage de régimes ainsi que sa meilleure consommation de carburant, réduite de 15 %.



### Réduction de la perte au changement de charge

Pour améliorer le rendement du moteur, il est aussi nécessaire de diminuer la perte au changement de charge qui se produit à faible charge – quand le piston aspire de l'air en se déplaçant vers le bas pendant la course d'admission. En général, la quantité d'air entrant dans le cylindre est régie par le papillon des gaz situé en amont du tuyau d'admission. À faible charge du moteur, seulement une petite quantité d'air est nécessaire. Le papillon des gaz est alors presque

fermé, ce qui rend la pression à l'intérieur du tuyau d'admission et du cylindre plus basse que la pression atmosphérique. Résultat : le piston doit vaincre une pression négative. C'est ce qu'on appelle une perte au changement de charge, phénomène qui a un effet négatif sur le rendement.

Mazda est parvenue à diminuer la perte au changement de charge à l'aide d'une boîte de vitesses à variation continue et à double calage séquentiel des soupapes d'admission et d'échappement. Cela permet de modifier les calages d'ouverture et de fermeture des soupapes et de contrôler la quantité d'air d'admission à l'aide des soupapes au lieu du papillon des gaz. Pendant la course d'admission, le papillon des gaz et les soupapes d'admission sont maintenues grandes ouvertes alors que le piston se déplace vers le bas. La course d'admission se termine lorsque le piston atteint le fond du cylindre (point mort bas ou P. M. B.) Par contre, si les soupapes d'admission se ferment ici, une trop grande quantité d'air se retrouve dans le cylindre alors que seulement une petite quantité d'air est nécessaire à faible charge du moteur. Afin d'expulser l'excédent d'air, le calage séquentiel des soupapes d'admission permet de maintenir les soupapes d'admission ouvertes lorsque le piston commence à se déplacer vers le haut pendant la course de compression. Les soupapes d'admission se ferment ensuite quand tout l'air superflu est expulsé. Voilà comment un système de calage des soupapes permet de diminuer la perte au changement de charge : en rendant le procédé global de combustion plus efficace.

La combustion déstabilisée est l'un des inconvénients de ce procédé. Puisque les soupapes d'admission sont maintenues ouvertes, même lorsque la course de compression débute, la pression à l'intérieur du cylindre diminue et il devient donc difficile pour le mélange air-carburant de brûler. Toutefois, ce n'est pas un enjeu pour le SKYACTIV-G grâce à son taux de compression de 13:1. Le taux de compression élevé fait augmenter la température et la pression à l'intérieur de la chambre de combustion; ainsi, le processus de combustion demeure stable, malgré une moindre perte aux changements de charge, et le moteur offre un meilleur rendement de carburant.

### **Réduction du poids et du frottement interne du moteur**



*Reduced weight*



*Reduced friction*

Il est possible d'améliorer la réactivité globale du véhicule en réduisant la taille et le poids des composants du moteur. Un projet de reconception complète du moteur offre la possibilité d'innover en matière de réduction de poids. Affichant une réduction du poids des pistons de 20 %, une réduction du poids des bielles de 15 % et une réduction du frottement interne du moteur de 30 % par rapport au moteur MZR de 2 litres actuel, le nouveau groupe motopropulseur SKYACTIV-G performe sans souci dans toute la plage de régimes, s'adapte rapidement aux changements de charge et, conséquemment, rehausse le caractère sportif de la Mazda qu'il propulse. Comme il y a moins d'énergie investie dans le processus, la consommation de carburant connaît une amélioration de 15 % en comparaison du moteur actuel.



## 6. Moteur diesel SKYACTIV-D

L'autre membre de la nouvelle famille de moteurs innovants est un moteur diesel : le tout nouveau SKYACTIV-D à rampe commune. Il s'agit du moteur diesel qui présente le plus bas taux de compression au monde, soit 14:1. Le SKYACTIV-D est aussi l'un des premiers moteurs diesel à satisfaire aux normes strictes Tier II BIN 5 (Amérique du Nord) en matière de régulation des émissions, et qui ne nécessite aucun post-traitement de réduction catalytique sélective (SCR) coûteux ou le recours à un catalyseur piège de NO<sub>x</sub> mélange pauvre (LNT).



Les moteurs diesel n'ont pas besoin de bougies d'allumage. Le mélange combustible injecté s'enflamme de lui-même à haute pression en raison de la température de compression élevée près du point mort haut (P. M. H.), ou lorsque la tête de piston est le plus près de la culasse. Pour assurer un bon démarrage à froid et une combustion stable pendant la phase de réchauffage, les moteurs diesel conventionnels affichent des taux de compression allant de 16:1 à 18:1. Ce n'est pas le cas de l'unique SKYACTIV-D de Mazda.

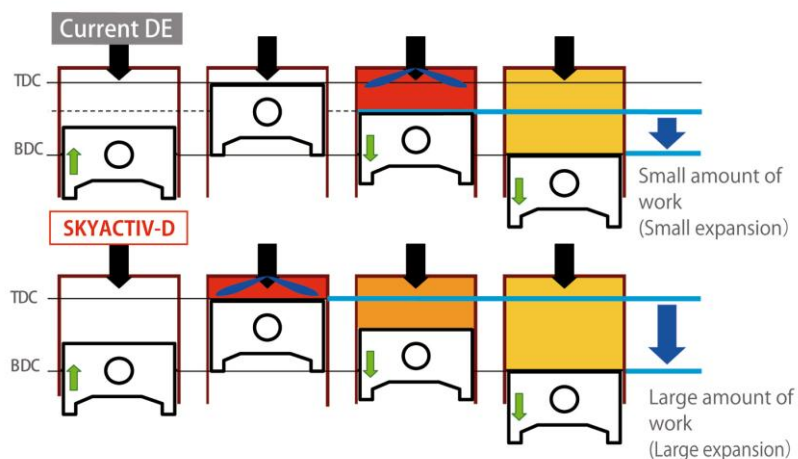
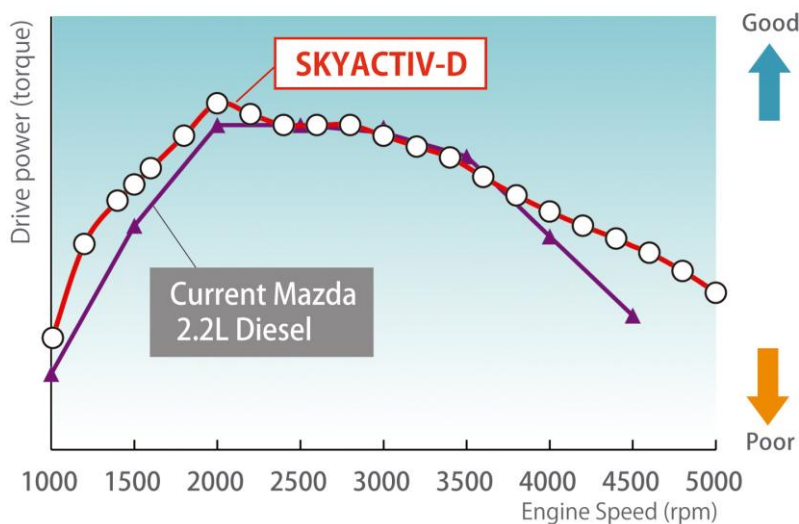
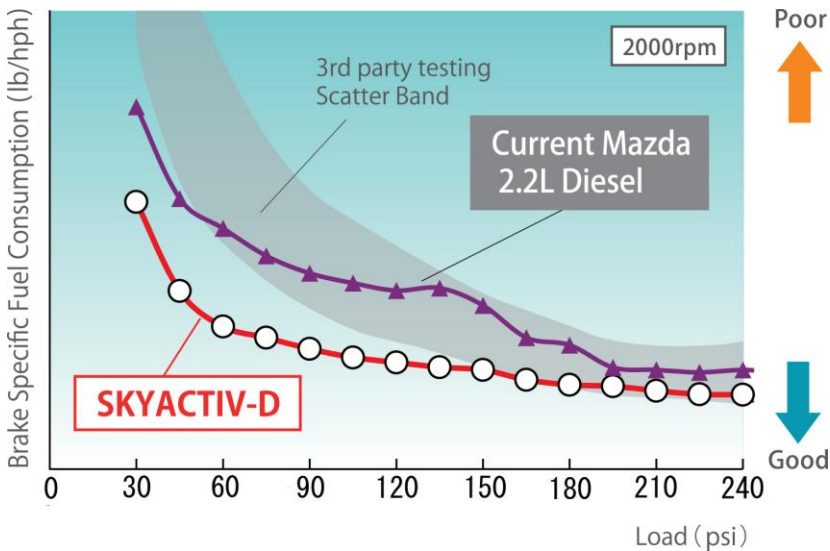


Fig.2-17 Higher expansion ratio due to lower compression ratio

Son faible taux de compression de 14:1 permet d'optimiser la distribution de la combustion. Quand le taux de compression est abaissé, la température et la pression de compression au P. M. H. descend. En conséquence, l'allumage prend plus de temps, même quand le carburant est injecté près du P. M. H., ce qui résulte en un meilleur mélange air-carburant. La formation de suie et de



NO<sub>x</sub> est réduite puisque la combustion devient plus uniforme sans la présence de zones localisées de température élevée et d'insuffisances en oxygène. De plus, l'injection et la combustion près du P. M. H. permettent d'obtenir un moteur diesel à haut rendement. Le taux d'expansion (ou la quantité de travail réel effectué) est plus grand que celui d'un moteur diesel à haute compression. Bref, lorsque la distribution de combustion est optimisée, le moteur diesel SKYACTIV-D permet une utilisation judicieuse de l'énergie contenue dans le carburant. Voilà comment une réduction de 20 % de la consommation de carburant a été réalisée.



### Conformité aux normes Tier II BIN 5 sans le recours à des post-traitements des NO<sub>x</sub>

Grâce à son faible taux de compression, le SKYACTIV-D permet d'obtenir une combustion plus propre, rejetant beaucoup moins d'oxydes nitreux et ne produisant presque aucune suie. Il ne

nécessite donc aucun post-traitement des NO<sub>x</sub>, et satisfait à des normes sévères sur les émissions à l'échelle de la planète.



Le fait que le SKYACTIV-D de Mazda soit encore considéré comme un projet pilote aujourd'hui – aucun autre fabricant n'a tenté de l'imiter jusqu'à présent – relève des inconvénients du faible taux de compression relatifs au système. Par exemple, la température de compression/d'allumage pendant les démarrages et le fonctionnement à froid est normalement trop basse dans un moteur diesel affichant un taux de compression de seulement 14:1. Le moteur bafouillerait, surtout dans des conditions hivernales, présentant des ratés pendant la phase de réchauffage. Et, à des températures extrêmement basses, le moteur pourrait ne pas démarrer du tout.

### **Levée variable des soupapes d'échappement**

Afin d'améliorer le démarrage et le fonctionnement à froid, les moteurs diesel SKYACTIV-D sont équipés de bougies de préchauffage en céramique et de systèmes de levée variable des soupapes d'échappement. Le rôle de ces derniers est de permettre la recirculation interne des gaz d'échappement chauds à l'intérieur de la chambre de combustion. Voici comment ce système fonctionne : les bougies de préchauffage effectuent le premier cycle de combustion, ce qui permet aux gaz d'échappement d'atteindre une température suffisamment élevée. Après le démarrage du moteur, la soupape d'échappement ne se ferme pas comme il est supposé pendant la course d'admission. Au lieu de cela, elle reste entrouverte afin de permettre à une certaine quantité de gaz d'échappement de rentrer. Cela fait augmenter la température de l'air à l'intérieur de la chambre de combustion, facilitant ainsi l'allumage subséquent du mélange air-carburant et empêchant les ratés du moteur.

## Réduction du poids et du frottement interne du moteur

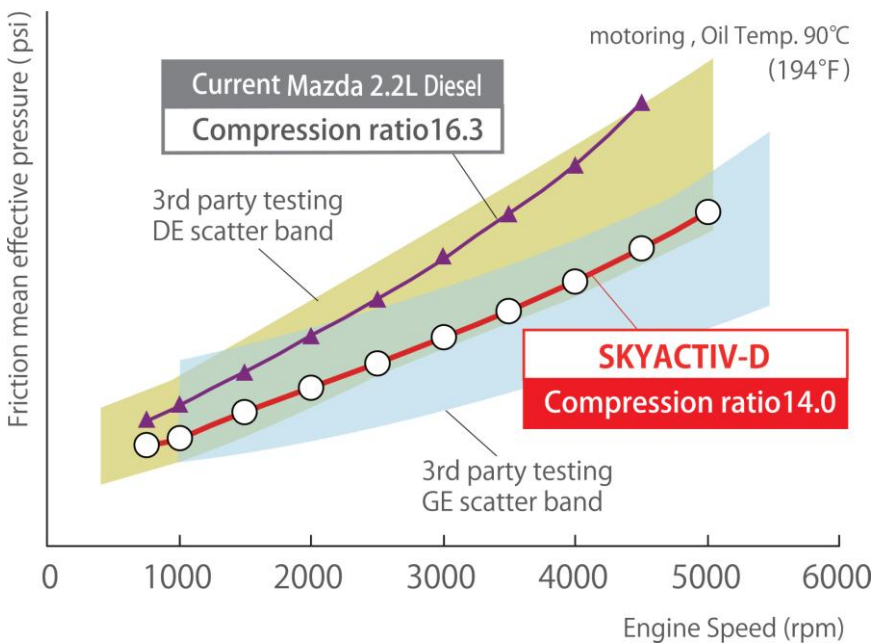


Reduced weight



Reduced friction

Le faible taux de compression du moteur SKYACTIV-D permet d'obtenir une pression maximale plus basse et une tension exercée sur les composants du moteur plus faible par rapport aux moteurs diesel conventionnels. Cela permet d'apporter des modifications structurelles afin de réduire davantage le poids – des culasses aux parois plus minces, une diminution de 6,6 livres (3 kg) du poids du collecteur d'échappement intégré, et une réduction supplémentaire de 55,1 livres (25 kg) du poids du nouveau bloc-cylindres en aluminium.



De plus, en obtenant une réduction supplémentaire de 25 % du poids des pistons et des vilebrequins, Mazda a réussi à réduire de 20 % le frottement interne du moteur SKYACTIV-D par rapport au moteur diesel MZR-CD actuel. Pour le conducteur, cela représente une meilleure

réponse du moteur, une puissance de traction accrue et une amélioration de la consommation de carburant.

### **Turbocompresseur à deux étages**

Les turbocompresseurs n'ont pas pour seul rôle de contribuer à l'augmentation du couple des moteurs diesel; ils améliorent également la consommation de carburant et réduisent la quantité d'émissions nocives. Le SKYACTIV-D fait appel à la turbocompression à deux étages.

Deux turbocompresseurs sont compris – un gros et un petit – et fonctionnent chacun dans des situations de conduite particulières. Le petit turbocompresseur à réaction rapide fait entrer de l'air dans la chambre de combustion lorsque le moteur fonctionne à basse vitesse afin de produire le couple à bas régime et d'éliminer le « retard de réponse du turbocompresseur », qui est caractérisé par un couple anormalement bas et une piètre réponse du papillon des gaz causée par une pression d'échappement insuffisante pour faire tourner la turbine du turbocompresseur à la vitesse nécessaire à l'obtention de la pression de suralimentation.

Un turbocompresseur à deux étages garantit une augmentation du couple et de la nervosité du moteur à basse vitesse, ainsi qu'une puissance accrue à des régimes inhabituellement élevés, ce qui permet au SKYACTIV-D d'atteindre facilement son régime critique de 5 200 tr/min. Il n'y a pas de compromis sur la puissance, la dynamique de conduite ou le plaisir de conduire malgré le rendement élevé du moteur. Et l'effet de synergie entre la turbocompression à deux étages et le faible taux de compression du moteur permet d'optimiser la distribution pour la combustion. Puisqu'il y a un apport suffisant d'air (d'oxygène) les émissions de NO<sub>x</sub> et de suie demeurent au minimum.



## 7. Boîte automatique SKYACTIV-Drive

À la recherche de la boîte de vitesses automatique idéale, Mazda a concentré ses efforts sur les points suivants :

- Amélioration de la consommation de carburant
- Réponse directe de la pédale d'accélérateur garantie
- Passage en souplesse des vitesses
- Accélération aisée

La boîte SKYACTIV-Drive a été conçue pour accomplir tous ces objectifs et plus encore.



Technology		CVT	Dual Clutch	Step AT	SKYACTIV-Drive
Good Fuel Economy	FE at low speed	+	+	o	+
	FE at high speed	-	+	+	+
Easy start up ( Launch feel )		+	-	+	+
Easy start up on hill ( Creep )		+	-	+	+
Direct feel		-	+	o	+
Smooth shifting ( Shifting Quality )		+	o	o	+

Important in Japanese market (points to CVT + in FE at low speed, FE at high speed, Easy start up, Easy start up on hill, Direct feel, Smooth shifting)  
 Important in European market (points to Dual Clutch + in FE at low speed, FE at high speed, Easy start up, Easy start up on hill, Direct feel, Smooth shifting)  
 Important in NA market (points to Step AT + in FE at low speed, FE at high speed, Easy start up, Easy start up on hill, Direct feel, Smooth shifting)  
 Ideal for global market (points to SKYACTIV-Drive + in FE at low speed, FE at high speed, Easy start up, Easy start up on hill, Direct feel, Smooth shifting)

+ : Better  
 o : Average  
 - : Worse

Fig.2-22 Advantages of each transmission type

Le toute nouvelle boîte automatique 6 vitesses SKYACTIV-Drive allie les avantages des automatiques conventionnelles à ceux des transmissions à variation continue et à double mécanisme d'embrayage. Elle permet un passage rapide et en douceur des vitesses, réagit de façon dynamique aux changements de charge du moteur dès la phase de démarrage, et place la barre plus haut en matière de consommation de carburant. Le cœur même du SKYACTIV-Drive est un convertisseur de couple 6 vitesses nouvellement conçu, muni d'un embrayage verrouillable pour les six rapports, appelé prise directe dans toute la plage des vitesses. Le rapport de l'embrayage verrouillable lorsque le véhicule est en marche est passé de 64 à 88 % par rapport à la boîte automatique 5 vitesses actuelle.

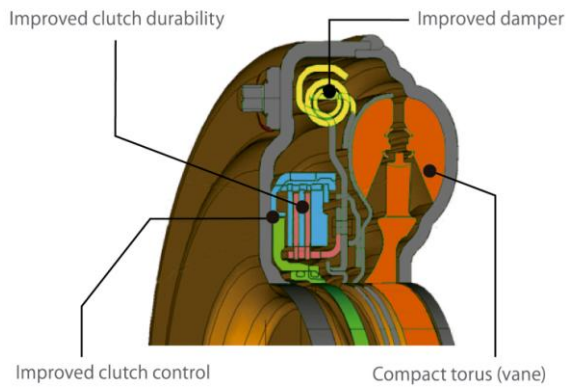
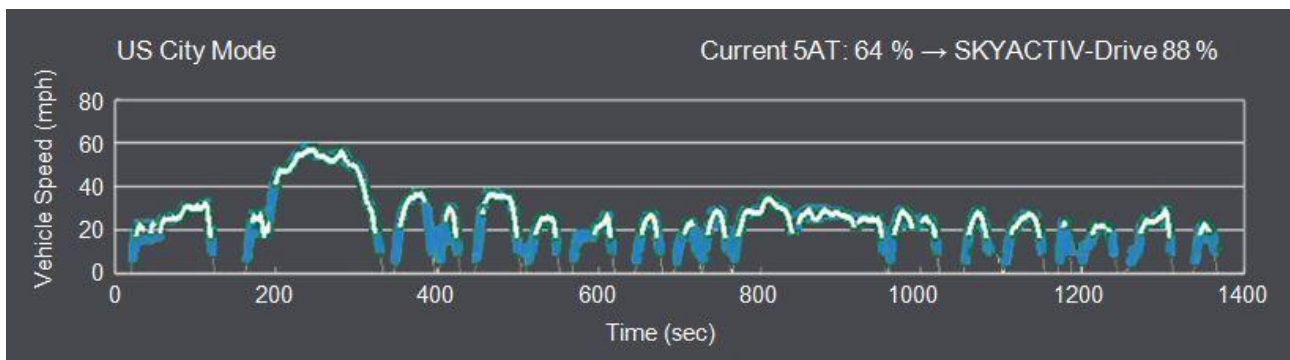


Fig.2-24 Full range direct drive



La récente apparition du verrouillage entre le moteur et la boîte de vitesses au moyen du convertisseur de couple (qui permet de transmettre la puissance du moteur directement aux roues motrices) empêche la perte de puissance typique pendant l'accélération, ce qui procure une sensation de conduite plus immédiate. Éviter la perte de puissance du moteur contribue aussi à l'amélioration de la consommation de carburant. L'utilisation de composants hydrauliques de haute précision est essentielle dans une telle conception. Afin d'obtenir d'abord la modulation de pression d'huile la plus rapide et la plus précise possible et d'améliorer ensuite la fiabilité, Mazda a équipé le SKYACTIV-Drive d'un module mécatronique.

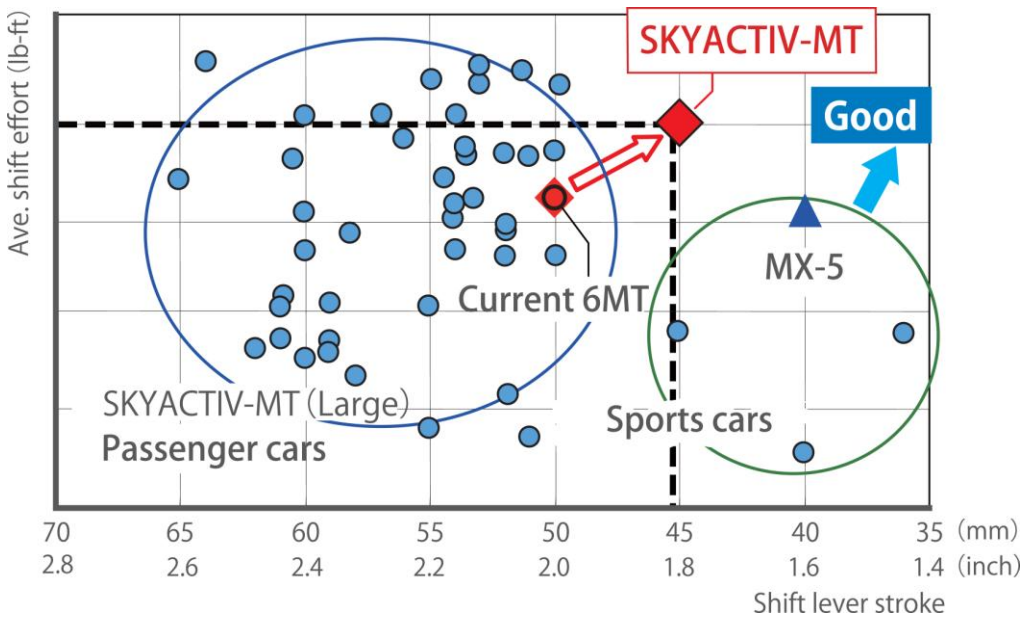
Alors que la maximisation de la plage de verrouillage est nécessaire à l'amélioration de la sensation de conduite et de la consommation de carburant, l'augmentation du bruit, de la vibration et de la rudesse (NVH) a un effet négatif vu l'absence d'un dispositif permettant l'absorption de la différence entre les vitesses de rotation dans le moteur et la boîte de vitesses. Un nouveau convertisseur de couple a été adapté afin de résoudre ce conflit. L'élargissement de la plage de verrouillage signifiait que la pièce torique était confinée au rang des très basses vitesses.

Cette pièce est donc désormais plus petite, créant ainsi un espace pour un amortisseur amélioré ainsi qu'un mécanisme d'embrayage verrouillable multidisque et son piston, ce qui améliore la durabilité et le contrôle de l'embrayage.

Le système SKYACTIV-Drive est disponible en deux versions; la boîte automatique est donc compatible avec les deux moteurs SKYACTIV : diesel et à essence.

## 8. Boîte manuelle SKYACTIV-MT

Mazda a inventé une boîte 6 vitesses de haute précision restructurée. Grâce à sa conception compacte et légère, en plus de sa résistance au frottement interne réduite, la transmission SKYACTIV-MT constitue déjà une autre contribution à l'utilisation économique des ressources.



Tout comme son analogue automatique, la boîte manuelle 6 vitesses SKYACTIV-MT sera mise sur le marché en deux versions afin de répondre à différents besoins de couple moteur. L'objectif était une réduction du poids de 7 à 16 % (selon le modèle) par rapport aux boîtes manuelles actuelles. Une toute nouvelle approche était nécessaire pour générer une idée véritablement novatrice puisque les manuelles d'aujourd'hui sont dotées d'une architecture relativement simple. Chaque composant a été revu de façon à en évaluer la fonctionnalité. Au moyen d'une architecture repensée comprenant un arbre intermédiaire raccourci et l'absence d'un arbre à part pour la marche arrière sur le plus gros modèle, la transmission SKYACTIV-MT est un gage du pouvoir innovant de Mazda.

### La MX-5 Miata établit la norme

Une sensation sport au passage des vitesses était en tête de liste des spécifications techniques avec comme source d'inspiration la boîte manuelle extraordinairement précise et souple du roadster MX-5 Miata. Avec un pommeau parcourant seulement 1,8 pouce (4,67 cm) entre la



position neutre et la position du rapport engagé, le passage vif des vitesses de la boîte SKYACTIV-MT rappelle celui de la MX-5. Les changements de vitesse montrent une certaine nervosité quoiqu'ils demandent très peu d'effort. Bref, le système SKYACTIV-MT déborde d'ADN Vroum-Vroum.

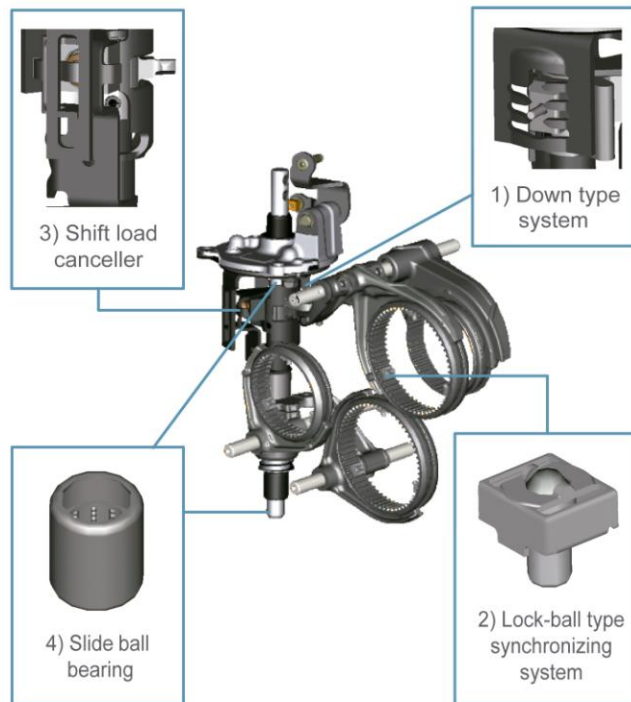
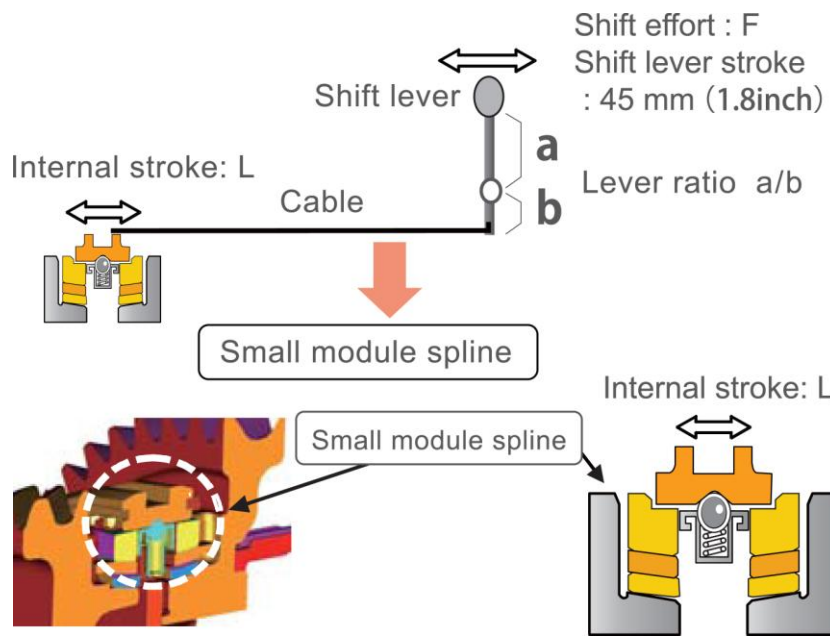


Fig.2-30 Newly introduced technologies

Mazda a fait usage d'un mécanisme à la fine pointe pour atteindre cette sensation de précision et de nervosité désirée. Les caractéristiques de fonctionnement idéales ont été attentivement prises en considération selon les critères de la MX-5 et de ses concurrents. La transmission SKYACTIV-MT s'est vue offrir une sensation de progression et de légèreté au passage des vitesses avec une résistance moindre. Pour ajouter cette touche de précision et de nervosité, le levier de vitesses a été conçu pour donner une impression de lourdeur à l'engagement d'une vitesse, laquelle se transforme graduellement en une sensation de légèreté, comme si on glissait tout simplement vers la vitesse suivante.



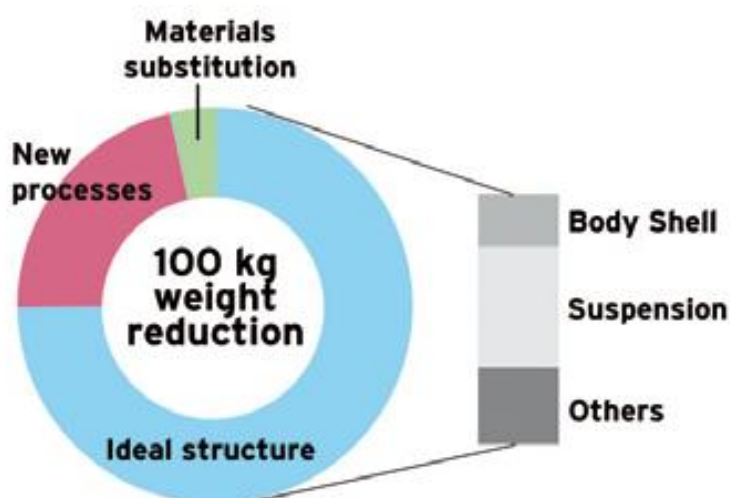
## 9. Carrosserie SKYACTIV-Body et châssis SKYACTIV-Chassis

Le « Vroum-Vroum responsable » représente le rendement sans pour autant compromettre le plaisir de conduire. La mise en œuvre d'une telle stratégie laissait entendre que le facteur poids n'allait pas être contourné.

### Ingénierie de réduction du poids : une spécialité de Mazda

Bénéficiant d'un héritage inspiré des voitures de course tel que celui de Mazda, les ingénieurs cherchent toujours à rendre les véhicules plus minces. Après tout, les véhicules plus légers sont non seulement plus efficaces, mais aussi plus agréables à conduire. Avec une meilleure consommation de carburant, leur légèreté améliore la performance du véhicule, soit au moyen de l'accélération, de la maniabilité ou du freinage. Plus de poids, à l'opposé, engendre encore plus de pesanteur et demande plus de ressources puisqu'une carrosserie lourde nécessite un moteur lourd qui lui, requiert un plus gros réservoir d'essence, etc.

En prenant encore la MX-5 Miata comme exemple, le roadster axé sur la performance et l'agilité est un modèle qui s'adapte au marché et dont le faible poids en fait un véritable véhicule agréable à conduire. Sa direction précise, son équilibre avant-arrière et son centre de gravité bas sont tous des éléments beaucoup plus prononcés à cause du faible poids, ou du manque de poids, du véhicule.



Un autre exemple récent d'ingénierie de réduction du poids est la Mazda2, lancée en Amérique du Nord en tant que modèle 2011. En allant contre le courant des voitures plus grandes et lourdes, la sous-compacte a été conçue pour être bien plus économique et performante tout en étant plus sécuritaire.

### **Une approche unique en ce qui a trait à l'optimisation de la rentabilité**

Cette tradition continue avec la carrosserie SKYACTIV-Body et le châssis SKYACTIV-Chassis. Plutôt que de s'en remettre à des matériaux individuels (et souvent dispendieux) tels que la fibre de carbone ou l'aluminium, Mazda adopte une approche spéciale en matière de réduction du poids. Ce procédé holistique et convivial est composé de trois éléments : l'optimisation de la structure et de la conception de la carrosserie, l'adoption de nouveaux procédés de production et l'utilisation de matériaux de remplacement en vue de produire des véhicules plus légers, plus robustes et plus sécuritaires, procurant une sensation qui s'inscrit dans la tradition *Jinba Ittai*.

Les résultats sont probants : la nouvelle carrosserie SKYACTIV-Body pèse 8 % de moins que son prédécesseur alors que le poids du châssis SKYACTIV est réduit de 14 %. En fait, Mazda s'est même fixé pour objectif de faire en sorte que tous ses modèles de prochaine génération pèsent 220,5 livres (100 kg) de moins qu'avant. En conséquence, les effets de synergie avec d'autres technologies SKYACTIV s'en trouvent améliorés, et le potentiel de rendement des moteurs SKYACTIV est accru.



### **Carrosserie SKYACTIV-Body**

L'engagement de Mazda envers le « Vroom-Vroom responsable » est ce qui motive le personnel des centres de RD à concevoir des voitures vertes qui satisfont aux exigences les plus strictes en matière de sécurité, reconnues partout dans le monde, et à offrir une dynamique de conduite exceptionnelle.

Il y a eu des moments où les objectifs de conception de la carrosserie SKYACTIV-Body entraînent encore en conflit les uns avec les autres. Afin de concilier ces enjeux, les ingénieurs ont dû retourner à la table à dessin. Résultat : des carrosseries destinées à une nouvelle génération de véhicules Mazda qui établissent de nouvelles normes en matière de fabrication de véhicules légers.

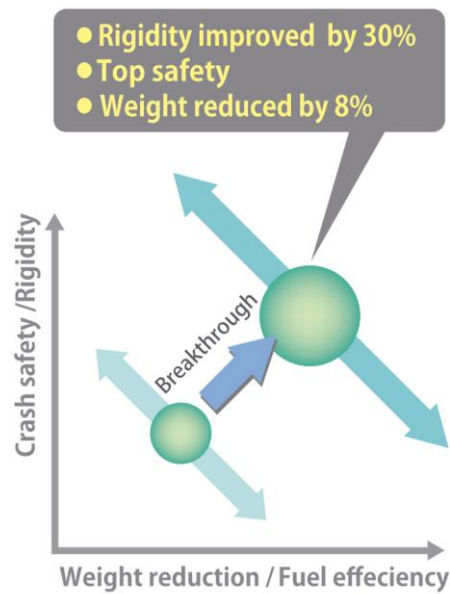


Fig.2-33 Aim of SKYACTIV-Body

## Moins de poids, plus de rigidité

Afin de transmettre efficacement les forces de soutien, une structure de carrosserie légère mais robuste nécessite le plus grand nombre possible de sections droites. La disposition doit aussi être optimisée de façon à ce que ces forces soient dispersées partout dans la structure et non pas concentrées dans des sections isolées. Les ingénieurs de Mazda ont élaboré un plan où figurent des lignes droites continues de l'avant à l'arrière, et le plus grand nombre des lignes courbes ont été supprimées du soubassement.



Fig.2-34 Straightening of basic framework and continuous framework structure

Les fixations de la suspension arrière, par exemple, sont soudées directement au cadre de soubassement et font office de « renfort double ». De plus, les quatre structures en anneaux positionnées verticalement et utilisées pour la partie supérieure de la carrosserie sont soudées à la zone de renforcement du soubassement, ce qui améliore davantage la rigidité globale du véhicule. Et ailleurs, des traverses redessinées améliorent non seulement la rigidité de certaines zones de la carrosserie, mais aussi sa rigidité globale puisque les fixations de la carrosserie ont été optimisées en cours de processus.

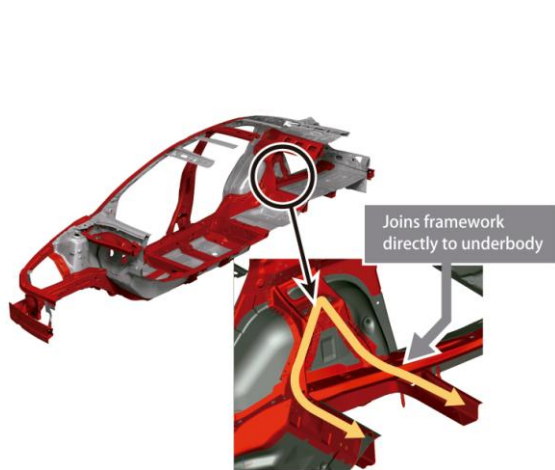


Fig.2-35 Dual brace

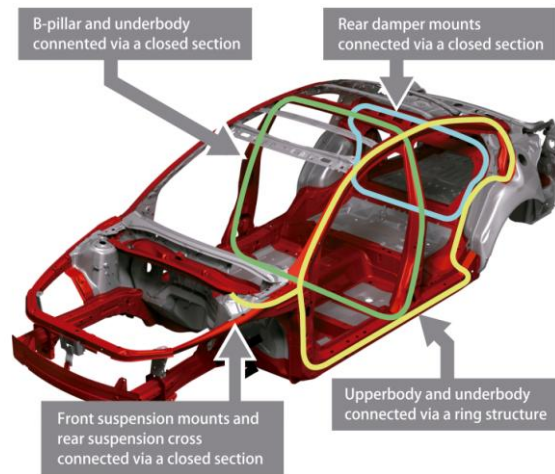


Fig.2-36 Ring structure

### Structure à trajectoires multiples pour une sécurité optimale

Un des principes de marque de Mazda est d'améliorer constamment les dispositifs de sécurité passive dans ses véhicules. L'entreprise a, par conséquent, mis au point l'unique structure à trajectoires multiples pour la carrosserie SKYACTIV-Body. Cette structure absorbe efficacement la charge de l'impact au moment de la collision en la dispersant dans plusieurs directions. Par exemple, pendant une collision frontale, l'énergie de l'impact est dispersée depuis l'avant (et donc absorbée) le long de trois trajectoires ou « chemins » continus : vers le haut jusqu'au montant avant, vers le bas à travers le soubassement, et vers les côtés de la carrosserie, via une trajectoire médiane. Le cadre supérieur joue un rôle multifonction. Non seulement il détourne l'énergie vers le montant avant, mais il empêche également tout mouvement du cadre avant vers le haut, car cela pourrait avoir un effet négatif sur la distribution d'énergie souhaitée.

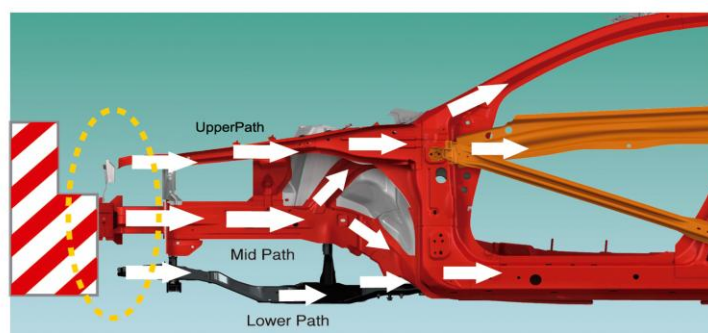


Fig.2-37 Multi-load path

Même la portière installée sur une carrosserie SKYACTIV-Body absorbe des chocs. Et la structure à trajectoires multiples s'applique aussi aux collisions latérales, ce qui améliore considérablement la sécurité globale des occupants.

### **Fabrication – liaison par soudure et davantage de points de soudure**

La liaison par soudure est utilisée sur la section des longerons du toit afin de créer une structure circulaire renforçante « en anneau ». Précédemment, le procédé d'assemblage de la carrosserie faisait en sorte que la structure était séparée de la section du pied arrière. Maintenant, grâce au soudage, les pièces sont attachées à l'avance et envoyées à la chaîne de montage en tant qu'organe. Cette même méthode a été utilisée pour créer les passages de roue. Le nombre de points de soudure a aussi été grandement augmenté, ce qui contribue de façon significative à l'excellente rigidité de la carrosserie.

### **Plus d'acier à haute résistance pour une robustesse accrue et un poids moindre**

Des avantages supplémentaires ont pu être générés en utilisant davantage d'acier à haute résistance dans la carrosserie SKYACTIV-Body. Les efforts d'ingénierie n'auront pas été vains. Le pourcentage d'utilisation d'acier à haute résistance est passé de 40 à 60 %, réduisant par conséquent le poids de la voiture tout en augmentant sa rigidité.

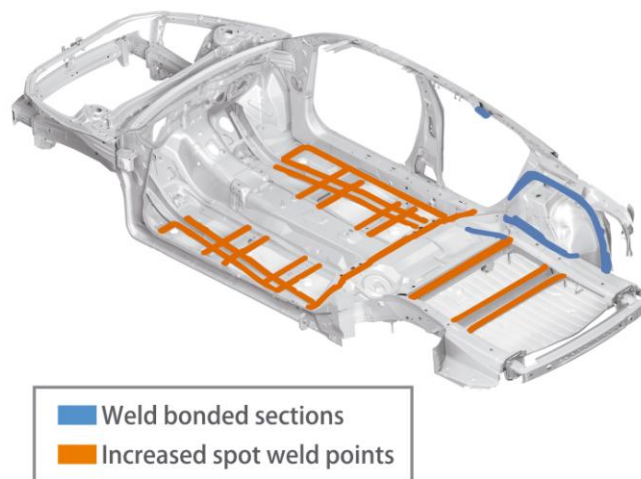
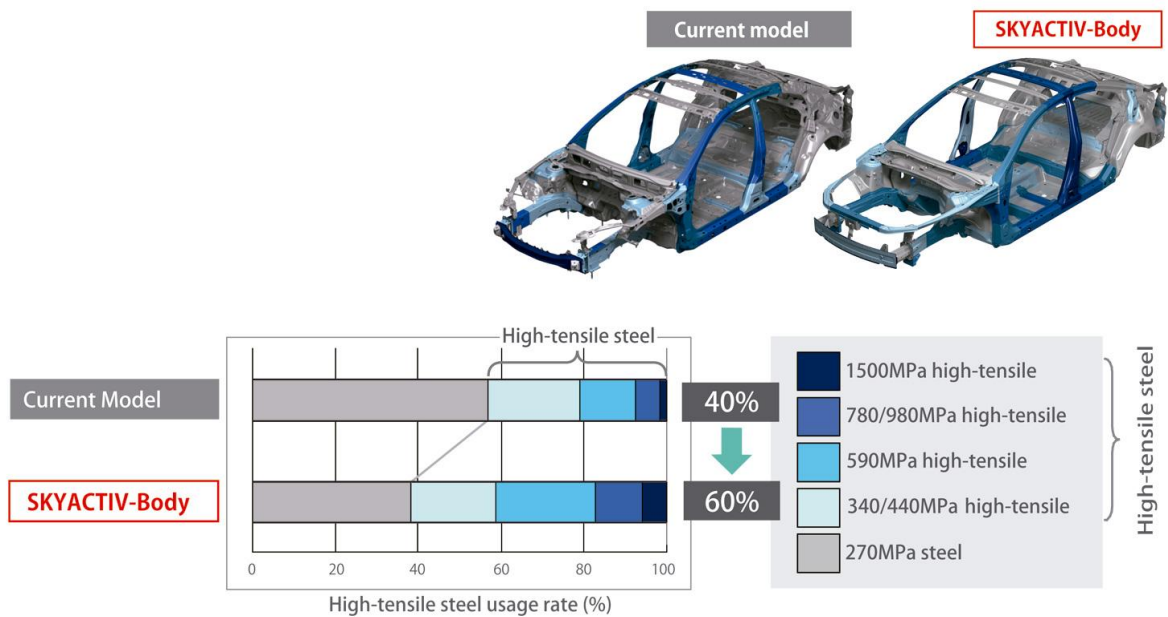


Fig.2-39 Weld bonding, increased spot welding





Fug.2-40 High-tensile steel usage rate

### Châssis SKYACTIV-Chassis

Tout comme pour d'autres technologies SKYACTIV, les concepteurs de châssis de Mazda ont dû concilier des objectifs conflictuels : procurer une maniabilité extraordinaire et un sentiment d'« union » entre la voiture et le conducteur, garantir une stabilité à grande vitesse, et offrir la meilleure qualité de roulement possible. Toutefois, l'amélioration de la maniabilité directionnelle, particulièrement à basse et à moyenne vitesses, peut avoir un effet négatif sur la maniabilité et la stabilité générales à grande vitesse. De plus, une telle agilité et une telle précision de la maniabilité peuvent aller à l'encontre du confort de roulement. En plus de travailler à résoudre tous ces conflits, les concepteurs désiraient réduire considérablement le poids du châssis. Les ingénieurs de Mazda ont réussi à accomplir tous ces objectifs concernant son châssis SKYACTIV en optant pour une approche unique afin de résoudre ces conflits.



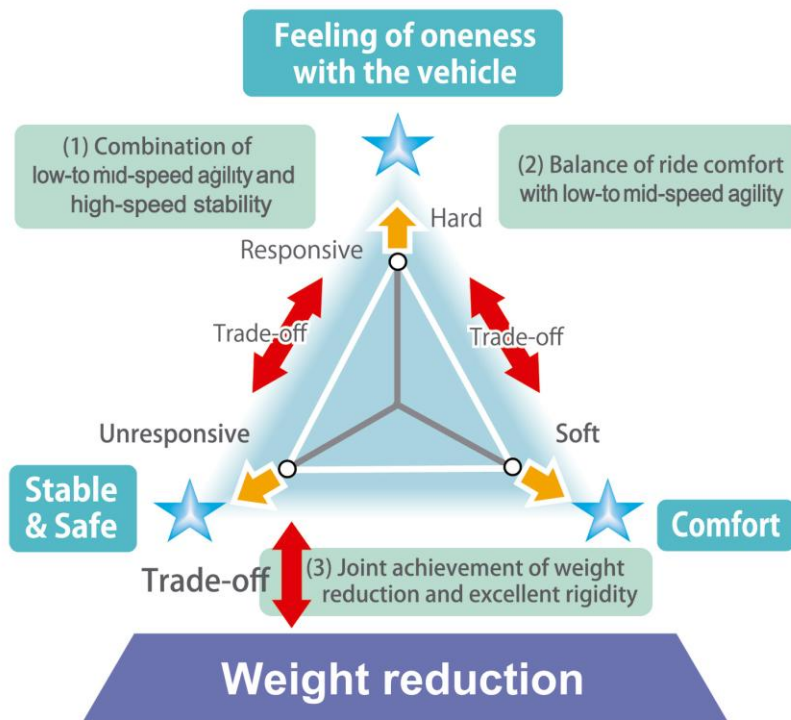


Fig.2-42 SKYACTIV-Chassis :Aims of technology

SKYACTIV-Chassis Aims of technology	New front suspension	New multi-link rear suspension	Lightweight, highly rigid cross member	Electric power steering
(1) Combination of light feel at low-mid range and stability at high speeds	●	●	—	●
(2) Balance of ride comfort with light feel at low-mid range	●	●	—	—
(3) Joint achievement of weight reduction and excellent rigidity	●	●	●	—

Fig.2-43 Main technologies used and their characteristics

## Concilier maniabilité à basse et à moyenne vitesses et stabilité à grande vitesse

La première difficulté à surmonter était de pouvoir garantir la stabilité à grande vitesse en concevant un châssis qui offrait également une maniabilité précise à basse et à moyenne vitesses. Mazda a donc mis au point un nouveau système de direction à assistance électrique qui améliore l'expérience de conduite en procurant au conducteur une réponse immédiate à partir de très basses vitesses de démarrage. Mais une telle agilité pouvait faire réagir le véhicule de façon excessive à des vitesses plus élevées. C'est à ce moment que la géométrie de la suspension arrière a été revue. Les bras de suspension ont été optimisés et l'adhésion des roues arrière a été améliorée afin de réduire le taux de lacet (ou la facilité à virer). Au même moment, une direction avec rapport d'engrenage (pour une direction plus prompte) a été choisie, augmentant ainsi le taux de lacet afin de maintenir une direction agile à basse vitesse. Résultat : le véhicule est à la fois agile et stable, et le conducteur profite du meilleur des deux mondes à n'importe quelle vitesse.

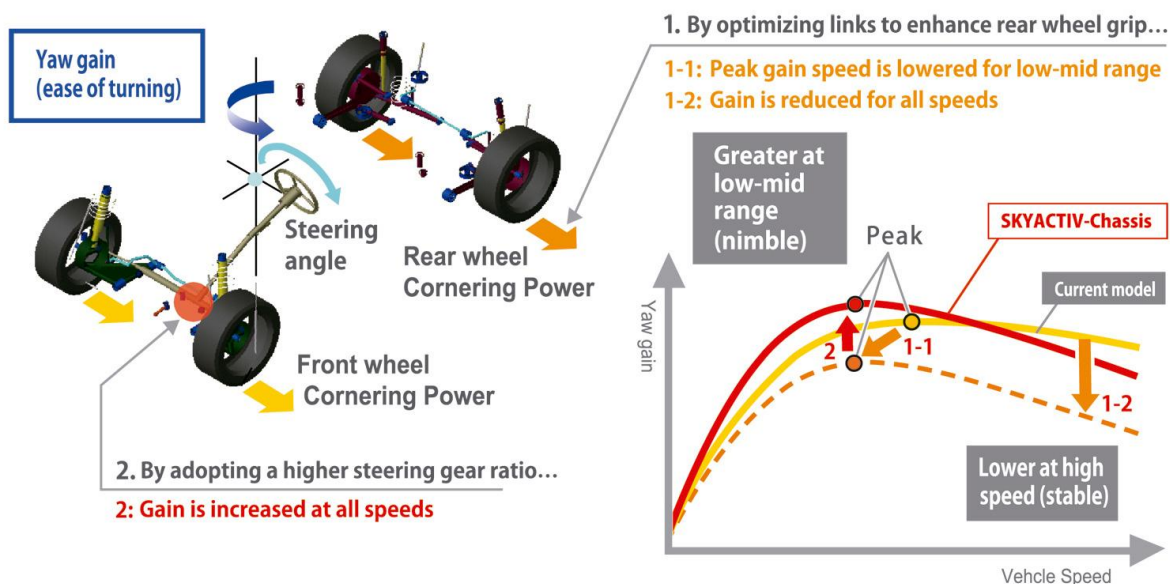


Fig.2-45 Vehicle movement changes in accordance with speed

La sensation de fermeté de la direction a été renforcée au moyen de l'augmentation de l'angle de chasse – et, conséquemment, de la trajectoire de chasse – sur les roues avant, ce qui améliore le couple auto-centreur de la direction. L'assistance électrique de la direction a ensuite été améliorée à basse vitesse afin de faciliter les manœuvres de direction et de procurer une sensation de légèreté souhaitable à de telles vitesses. Résultat : la nouvelle génération de véhicules Mazda vire en souplesse et en toute sécurité dans toutes les situations.

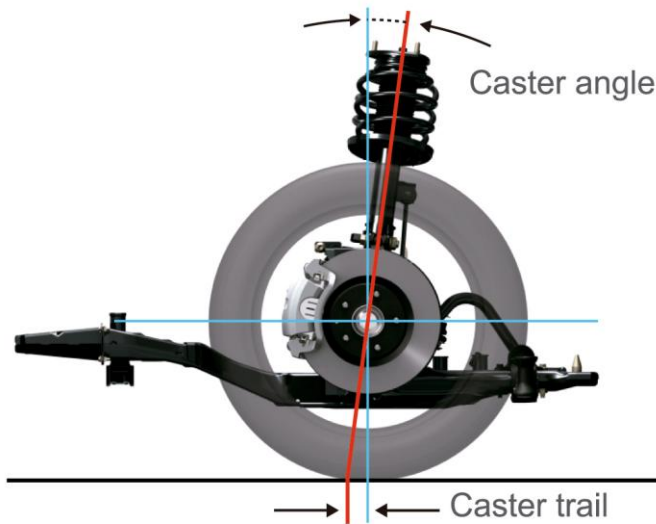
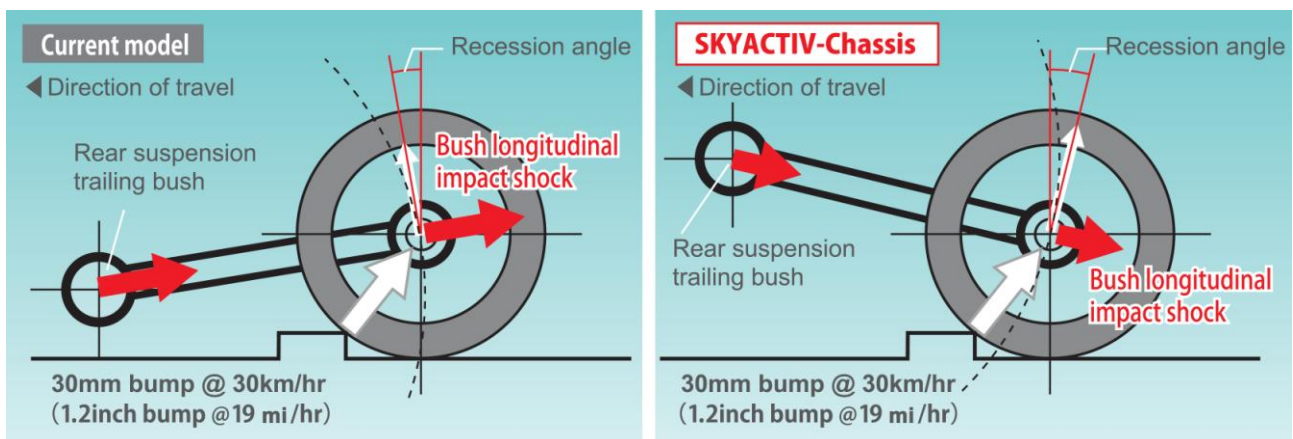


Fig.2-46 Increased caster trail

### Concilier maniabilité à basse et à moyenne vitesses et confort de roulement amélioré

En tant qu'interface entre la plate-forme et les roues, la suspension est indispensable à la maniabilité d'un véhicule. La disposition et la structure de la suspension déterminent l'exactitude avec laquelle une voiture prend un virage et ont également une influence sur le confort de roulement. Le deuxième plus grand défi des concepteurs de Mazda était donc d'optimiser cette architecture. La suspension arrière s'est avérée essentielle lorsqu'on a tenté d'atteindre le meilleur équilibre possible entre maniabilité et confort de roulement. Le but était d'améliorer la maniabilité sans pour autant accroître la rigidité des ressorts ou des amortisseurs.



Afin d'accroître l'efficacité opérationnelle des amortisseurs, les supports ont été fixés à un endroit permettant d'obtenir un taux de détente élevé de l'amortisseur. La force d'amortissement et la rigidité du caoutchouc du support supérieur ont été renforcées, ce qui réduit leur impact sur le

confort de roulement. La position du bras oscillant de la suspension arrière a aussi été amenée vers le haut pour ainsi régler l'orientation des bras oscillants afin d'absorber l'impact longitudinal des chocs subis sur la route. Cela améliore le confort de roulement et empêche l'arrière du véhicule d'être soulevé. Le résultat se définit par une stabilité rehaussée au freinage, ce qui contribue à réduire la distance de freinage.

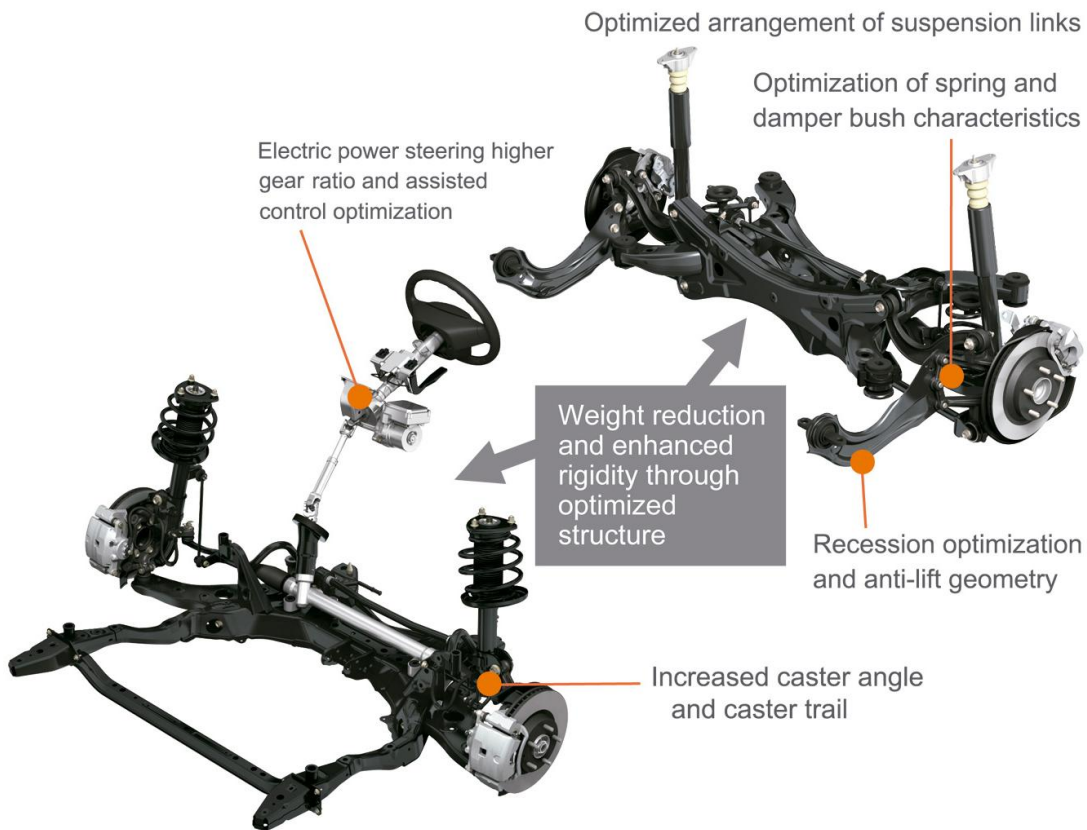


Fig.2-44 SKYACTIV-Chassis  
Breakthrough technologies

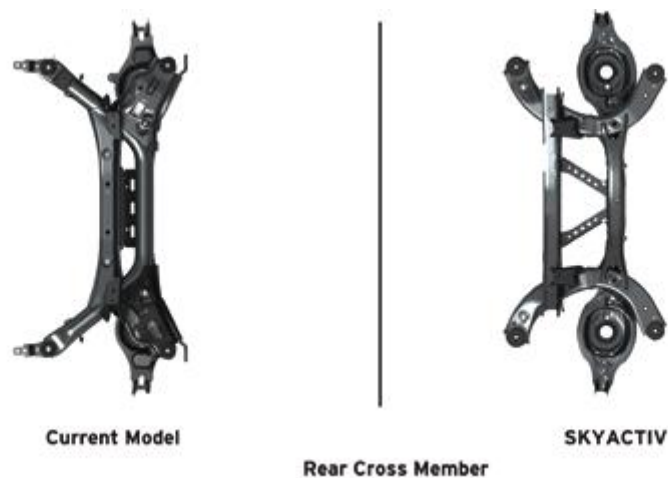
### Concilier réduction de poids et rigidité accrue

Le poids du SKYACTIV-Chassis est de 14 % inférieur à celui de la version actuelle; ce châssis est toutefois encore plus rigide. Et il s'agissait en fait de la troisième percée en ce qui concerne le châssis.

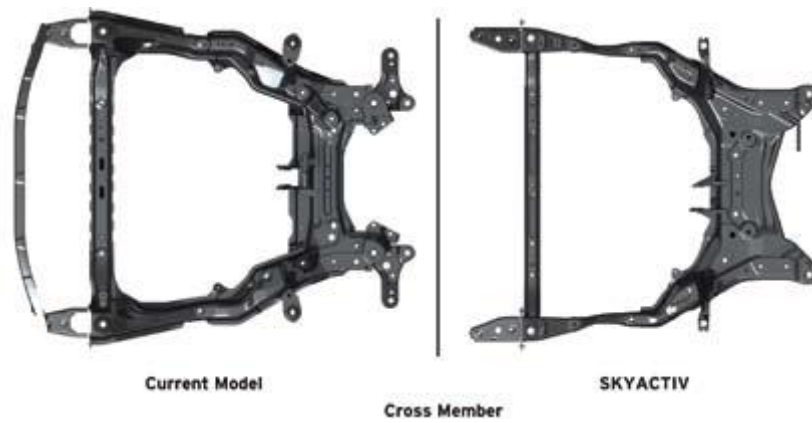
En se concentrant particulièrement sur les traverses du châssis, les ingénieurs ont pu atteindre leurs objectifs ambitieux en termes de réduction de poids. Après qu'ils ont défini leurs exigences fonctionnelles, ils ont fait appel à la technologie d'ingénierie assistée par ordinateur (IAO) pour

créer un modèle conceptuel et coordonner la structure optimale au sein de l'ensemble global du véhicule.

La section centrale à l'avant du véhicule a été allongée et le décalage longitudinal du point de fixation du bras inférieur a été réduit. De même, à l'arrière, la section longitudinale de la traverse de châssis a été allongée et le décalage longitudinal du point de fixation des bras latéraux a été réduit. Aussi, les flasques soudés ont été supprimés de l'avant et de l'arrière afin d'accroître la rigidité de couplage des sections soudées. Toutes ces mesures ont considérablement amélioré la raideur globale d'un châssis plus léger.



Des solutions intelligentes ont mené à de nombreuses améliorations qui, ensemble, ont contribué à la construction du châssis SKYACTIV. Les ingénieurs ont réalisé les objectifs qu'ils s'étaient fixés, notamment offrir le plaisir de conduire, la sécurité, le confort de roulement, la maniabilité et la stabilité, caractéristiques dignes d'une nouvelle génération de véhicules Mazda.



Mazda Canada Inc. supervise les ventes et le marketing ainsi que le service à la clientèle et le soutien aux pièces des véhicules Mazda au Canada. Ayant son siège social à Richmond Hill en Ontario, Mazda Canada possède un réseau de 169 concessionnaires dans tout le pays.

Pour obtenir de plus amples renseignements, veuillez consulter le site Web de Mazda Canada à l'adresse [www.media.mazda.ca](http://www.media.mazda.ca)

###