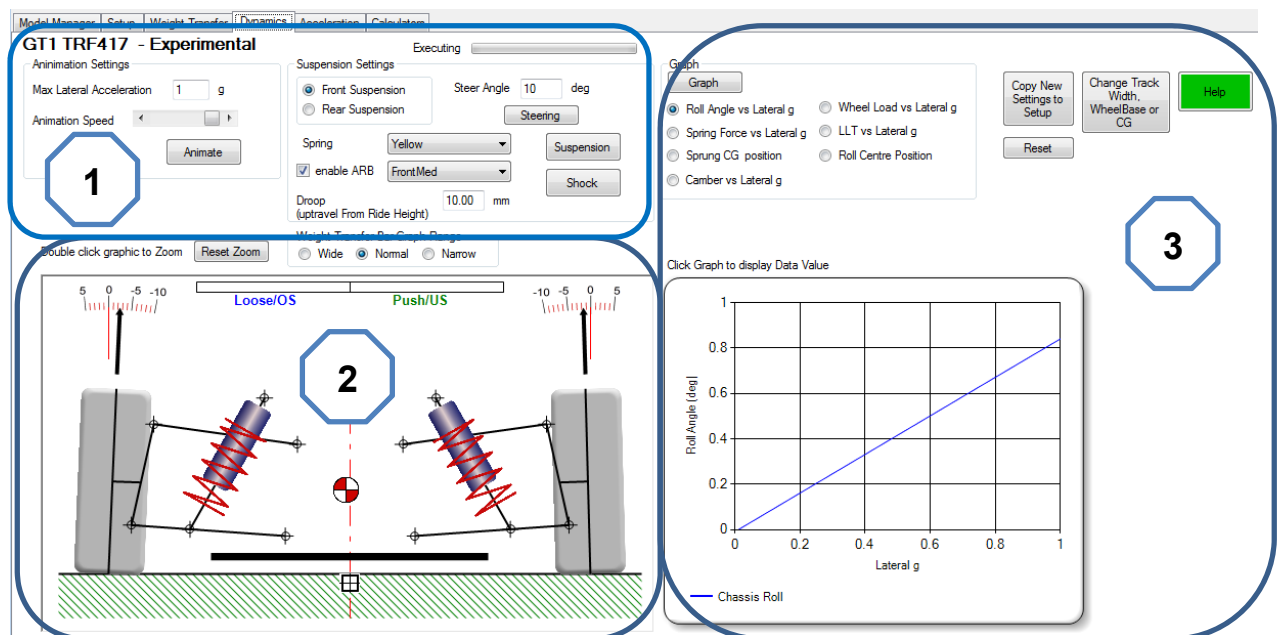


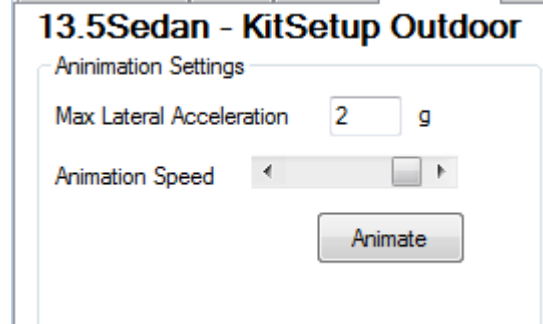
## Onglet Dynamique - Dynamic

Une simulation dynamique et l'animation de la suspension arrière / avant en roulis est fourni dans cette section. Le modèle calcule la géométrie de la suspension, les forces et l'accélération latérale basé sur le roulis du châssis autour de la cinématique de l'axe central de roulis. A chaque incrément du roulis, les forces des ressorts des amortisseurs, les charges de roues, le centre de gravité des masses suspendues, la position du centre de roulis dynamique, le transfert de charge latéral (LLT) et le carrossage sont calculés et sauvegardés pour le graphisme.



### Zone 1 – Paramètres d'animation - Animation Settings

Entrez l'accélération latérale maximale pour la simulation. Les calculs se dérouleront jusqu'à ce que la valeur de g saisie soit atteinte ou que le châssis touche le sol. Notez que la valeur de g entrée ne signifie pas nécessairement que la voiture sera en mesure d'atteindre ce niveau de g. Par conséquent, la valeur saisie doit être représentative du véhicule.



Les suggestions sont de 2-3g pour la route et de 1-1.5g pour le tout-terrain. Si la valeur entrée de g est positive, le châssis va rouler en sens anti-horaire (à gauche) si la valeur est négative, le châssis va rouler en sens horaire (à droite).

Utilisez la commande du curseur pour régler la vitesse d'animation. Cliquez sur le bouton **Animate** pour lancer l'animation.

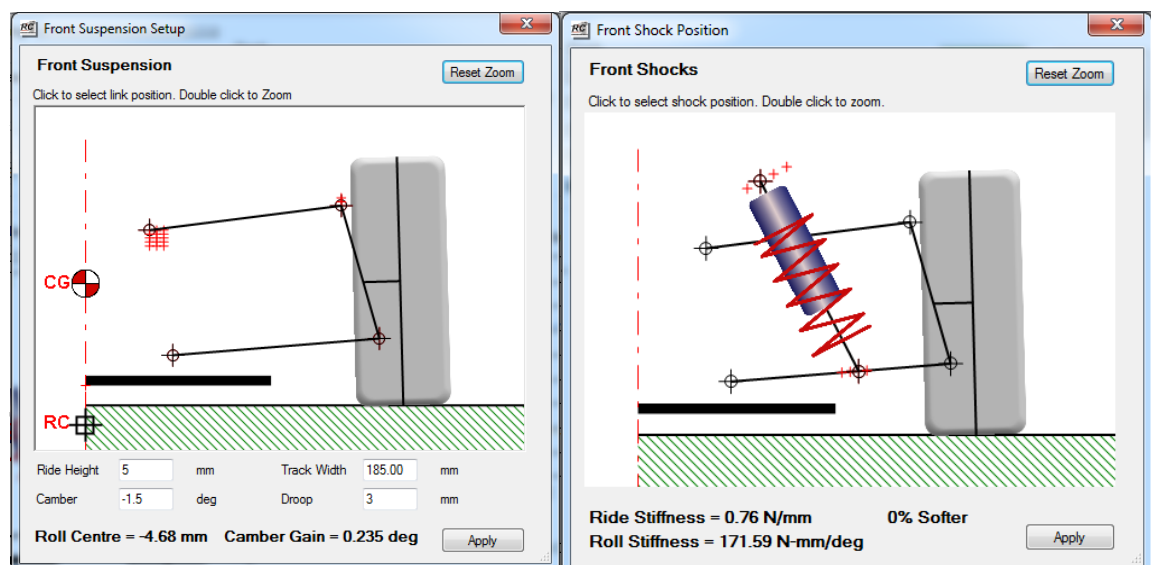
Sélectionnez les boutons radio de suspension avant (Front) ou arrière (Rear) pour manipuler les paramètres sur cette extrémité de la voiture.

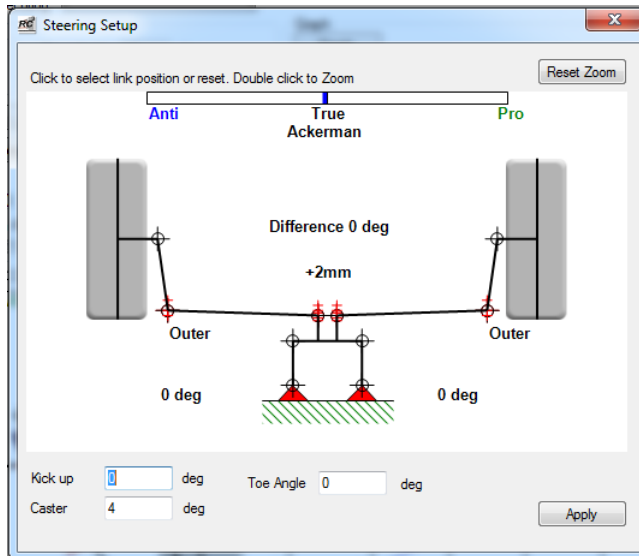


La suspension avant permet à l'angle de braquage de la roue extérieure d'être réglé pour simuler les effets de l'angle de braquage sur le carrossage des pneus. L'angle de direction résultant de la roue intérieure est calculé sur la base du modèle de direction. Si aucun modèle de

direction n'est saisi, cette fonction est désactivée.

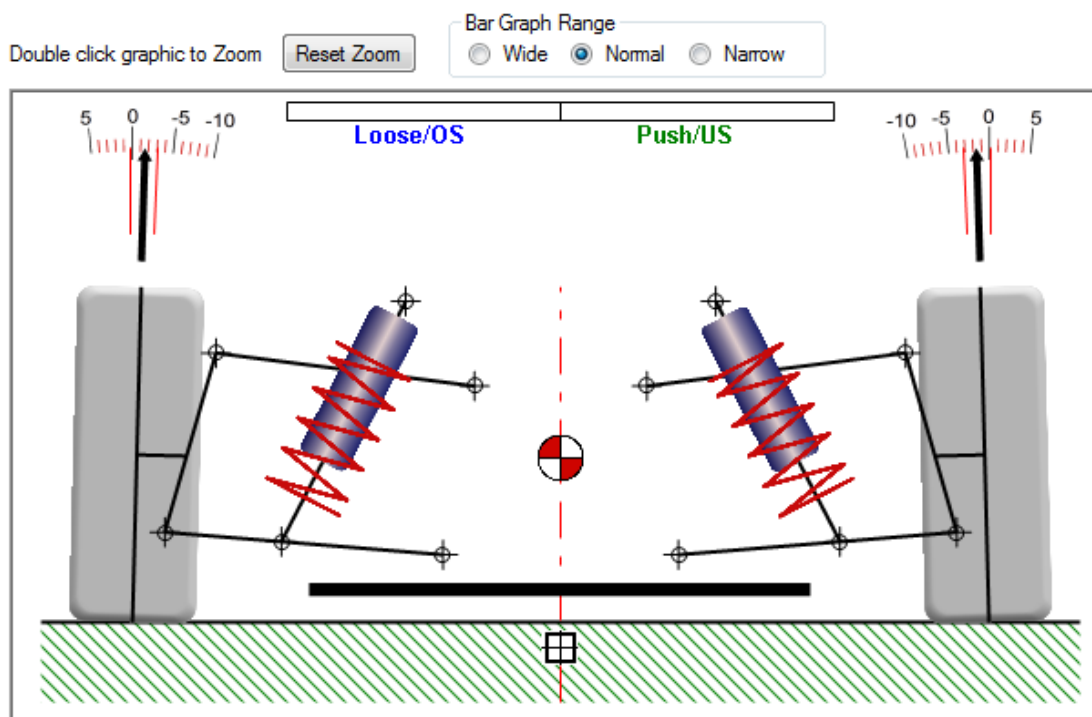
Quand les réglages de suspension sont modifiés la simulation s'exécute automatiquement et les données graphiques sont mises à jour. Il suffit de sélectionner différents angle de braquage, ressorts, barres anti roulis, droop ou cliquez sur les boutons de suspension, d'amortisseurs ou de direction pour modifier la configuration et en voir les effets.





## Zone 2 - Animation Graphique

Cliquez sur le bouton **Animate** déclenche la séquence d'animation. Quand le châssis roule le pointeur de la flèche indiquant l'angle de carrossage des pneus se déplace pour montrer la plage de changement de carrossage. Lorsque



l'animation se termine deux lignes qui représentent l'amplitude total du changement d'angle de carrossage apparaîtront. Une autre caractéristique du graphique d'animation est la barre de **Push/Loose** (sous-virage/survirage). Ce graphique indique la tendance de comportement prévu, basé sur l'équilibre de

transfert de poids entre les suspensions Avant et Arrière. Il est également utile de montrer les effets des paramètres du droop sur le comportement. Si nécessaire, la plage d'affichage du graphique à barres peut être modifiée en fonction de l'animation en sélectionnant les boutons radio Narrow-Normal-large.

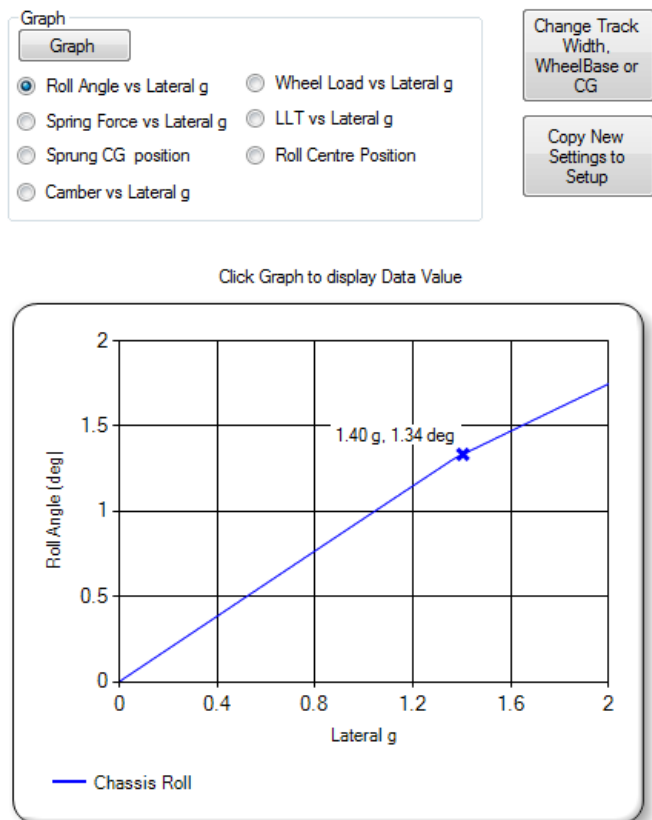
Pour zoomer sur une zone qui vous intéresse, double-cliquez sur l'image. Cliquez sur le bouton Reset pour revenir à l'image en taille réelle. L'image zoomée n'affichera la jauge de carrossage ou le graphique à barres.

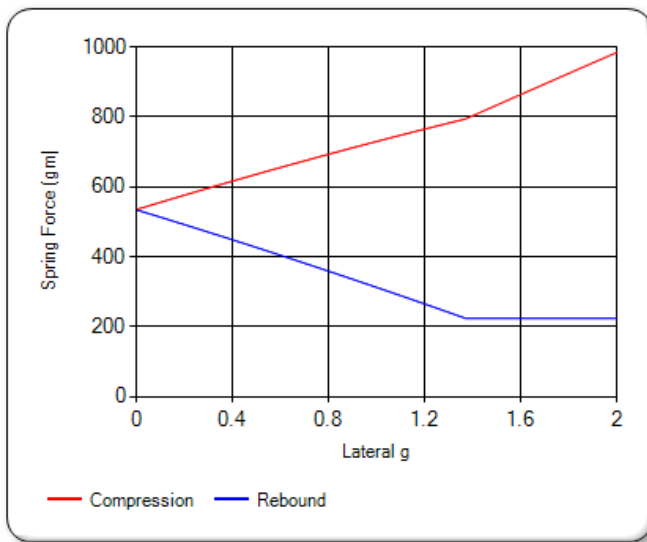
### **Zone 3 –Résultats graphiques**

En complément de l'image animée, les résultats peuvent être affichés sous forme graphique. Les sorties suivantes sont fournies :

**Angle de Roulis en fonction du g latéral** – Montre l'angle de roulis du châssis jusqu'au g latéral maximal qui est entré dans les paramètres d'animation. La pente de la ligne est la sensibilité du châssis au roulis dont nous avons discuté dans la section de

configuration. Plus faible est la pente (partie basse), plus le châssis est rigide et plus la voiture sera sensible. Le changement de pente dans la partie supérieure du graphique ci-contre est le point où le bras de suspension intérieur atteint la limite du droop. Une fois cette limite atteinte, le ressort intérieur ne se détend plus. Comme l'angle de roulis augmente avec g, le ressort extérieur continue de se comprimer, mais le ressort intérieur reste fixe et ne libère plus de force stockée dans le ressort. Cela provoque l'augmentation de la résistance au roulis, ce qui est indiquée par la réduction de la pente de la courbe dans la plage supérieure de g. Cliquer sur la ligne montrera la valeur de la donnée au point sélectionné.





**Force de ressort en fonction du g latéral** – Deux courbes sont fournies, l'une pour le côté compression, et l'autre pour le côté rebond. L'effet décrit ici pour la roue intérieure (amortisseur de rebond) peut être vu à environ 1,5 g lorsque la limite du droop est atteinte. À ce stade, la force du ressort d'amortisseur reste constante à environ 2,5 N à la fois comme g latéral et comme augmentation de l'angle de roulis.

**Charge de roue en fonction du g latéral** – Similaire au graphique précédent, la charge de roue par rapport à g latéral pour chaque roue.

Encore une fois, le point où la limite du droop est atteinte peut être identifié par le changement de pente de la ligne à environ 1,5g. Une fois la limite du droop atteinte, tout le transfert de charge des masses suspendues est absorbé par la roue extérieure, la ligne rouge.



Depuis ce point sur la roue intérieure, la ligne bleue, seule est transférée la charge due à la masse non suspendue. Cette incidence offre quelques possibilités de réglage très intéressantes. Dans certains cas, vous voudrez peut-être ne pas atteindre la limite de roulis du droop. Comme vous pouvez le voir, cela introduit un changement brusque de la rigidité du roulis qui peut induire un comportement instable ou nerveux. Cependant utilisé à bon escient, il peut être et est un outil très efficace pour induire du sous-virage ou du survirage quand la voiture subit beaucoup de g. Le résultat que vous obtiendrez dépendra de l'extrémité de la voiture qui atteindra la limite du droop en premier. Normalement, vous pourrez régler le droop Avant inférieur à l'Arrière de sorte que vous

aurez tendance à sous-virer avec beaucoup de  $g$ . Un réglage arrière inférieur à l'avant donnera une tendance à survirer ce qui peut aider à obtenir une voiture qui tourne, mais elle peut être plus difficile à conduire.

**Transfert de charge latéral (LLT) en fonction du  $g$  latéral** - LLT est le montant de la charge qui est transférée depuis les roues intérieures vers les roues extérieures dans les virages. L'équation pour calculer la LLT total du véhicule depuis les roues intérieures vers les roues extérieures est assez simple :

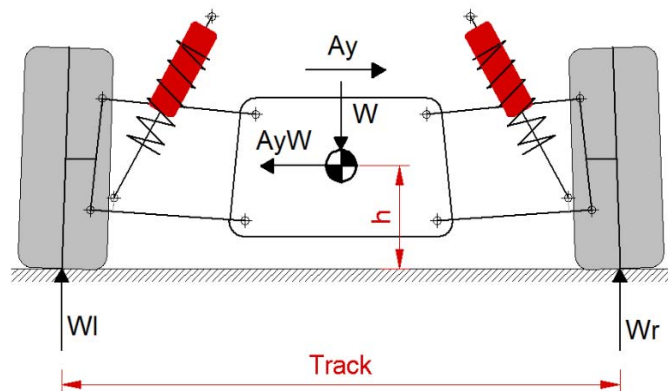
Où

$W_r$  = Poids total sur les pneus coté droit

$W_l$  = Poids total sur les pneus coté gauche

$W$  = Poids total du véhicule

$A_y$  = accélération latérale en  $g$



$h$  = Hauteur du CG de la voiture au dessus du sol

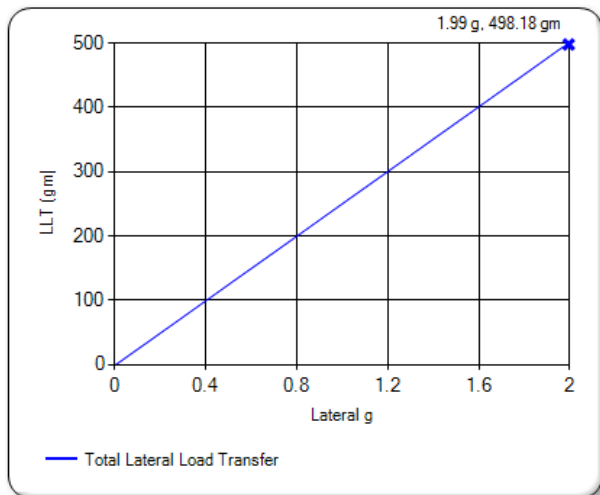
Track = Largeur de la voiture mesurée entre les axes des pneus

L'objectif en matière de transfert de poids est de minimiser la LLT total puis de la répartir entre les pneus avant et arrière pour atteindre les caractéristiques de comportement souhaitées.

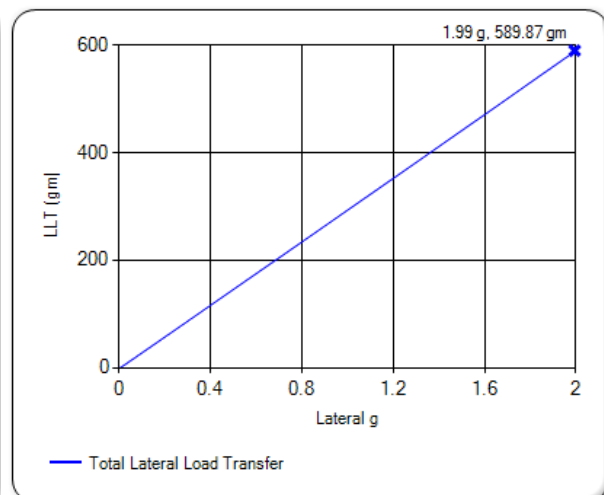
Pour minimiser la LLT du véhicule vous pouvez réduire le poids de la voiture, abaisser le CG ou augmenter la largeur de la voie. Ok, alors pourquoi voudriez-vous réduire la LLT. La raison en est les pneus. Considérons deux cas de charge avec des paires de pneus portant à la fois les mêmes charges totales. Dans le premier cas, les pneus portent presque la même charge (faible LLT) et dans le second cas les pneus portent des charges très différentes (forte LLT). En raison de la façon dont les pneus convertissent une charge verticale en adhérence latérale, des pneus à faible LLT vont produire plus de grip que les pneus à forte LLT.

Une fois que la LLT du véhicule a été réduite autant que possible, la prochaine étape est la répartition entre pneus avant et arrière. La sélection du graphique **LLT vs latéral  $g$**  affiche le transfert de poids pour la suspension sélectionnée. Les graphiques ci-

dessous affichent des exemples de LLT pour la suspension avant et arrière. Observez la différence entre les graphiques.



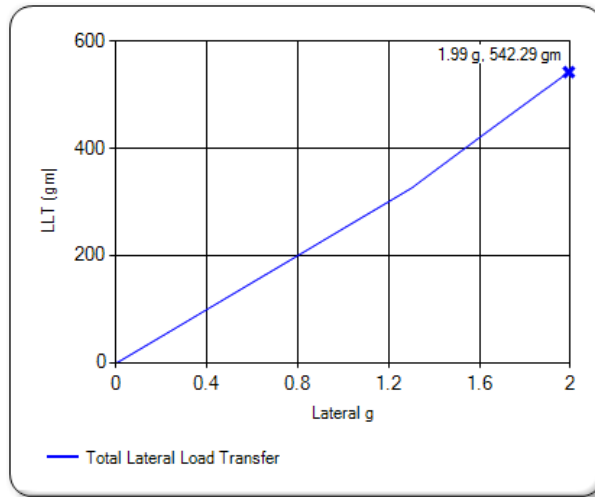
Front Suspension



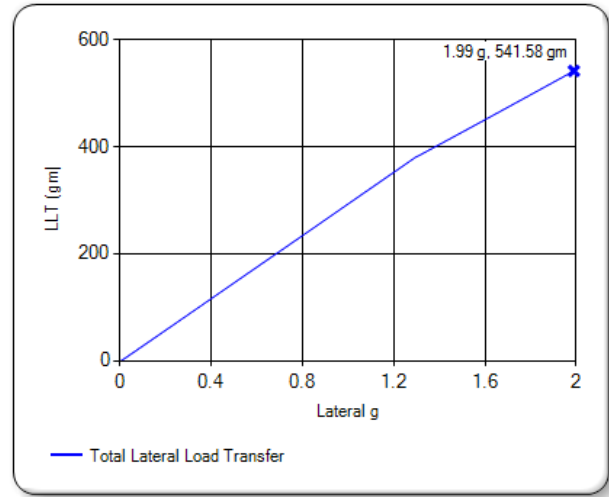
Rear Suspension

En regardant les valeurs de données de la LLT à 2G, l'extrémité avant transmet ainsi 498 gm et l'arrière transmet ainsi 589 gm. La LLT total du véhicule est 1187 g. La raison est que plus de charge est transférée à l'arrière qu'à l'avant, c'est le résultat de la raideur du roulis arrière qui est plus rigide que l'avant par le biais du setup. Cette configuration basée purement sur le dosage de la LLT, le comportement donnerait une tendance légèrement à survirer (loose), car l'arrière transfère plus de poids que l'avant. La règle générale étant que l'extrémité de la voiture qui transfère la plus grande proportion du poids va perdre l'adhérence en premier.

Pour illustrer la façon dont nous pouvons faire un changement simple et affecter le transfert de poids la prochaine paire de graphiques montrent l'effet de réduire le droop avant de 3mm à 1.5mm. Le point où la pente de la ligne change indique lorsque la limite de droop est atteinte. Cela se produit à environ 1,3 g. A partir de cet endroit le comportement serait le même que l'exemple précédent car la fermeté de la suspension est inchangée. Au-dessus de 1,3 g la raideur de la suspension avant augmente de manière significative et le dosage de la LLT est modifié. Maintenant à 2G, le transfert avant est de 542 gm et le transfert arrière 542 gm. La tendance de comportement du transfert de poids devrait maintenant être neutre et la répartition équilibrée. Donc la tendance de comportement du transfert de poids de cette configuration serait un peu survireuse sur les virages lents et neutre à la limite.



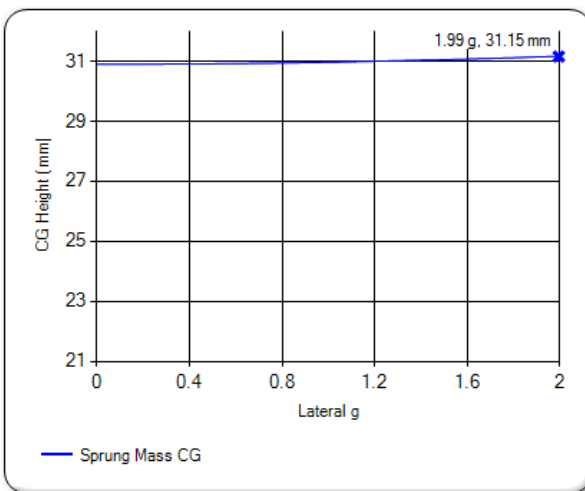
Front Suspension



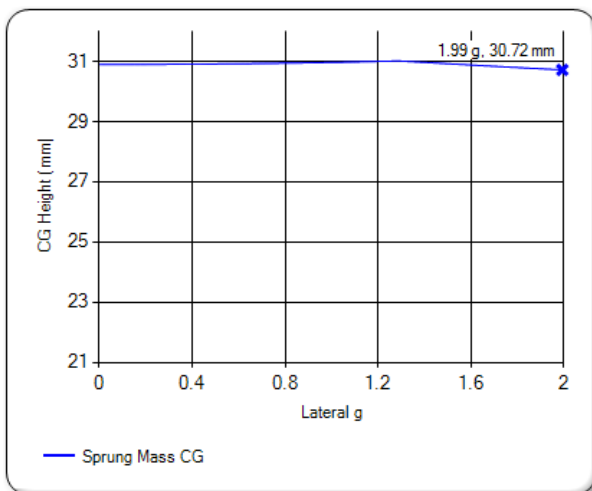
Rear Suspension

Noter que le LLT du véhicule est maintenant de 1184gm, lequel est légèrement inférieur à l'exemple précédent. Ce changement est le résultat des modifications du CG des masses suspendues et de la hauteur du centre de roulis qui seront discutées prochaine.

L'effet sur la position du CG de réduire le droop de la suspension avant peut être vu sur les graphiques ci-dessous. À la limite de 2 g, le droop limité de la suspension abaisse le CG de .4mm, ce qui, de son propre effet, permettrait de réduire la LLT et d'augmenter l'adhérence globale. Cependant le droop limité de la suspension affecte également la position du centre de roulis comme on peut le voir dans la prochaine série de graphiques.

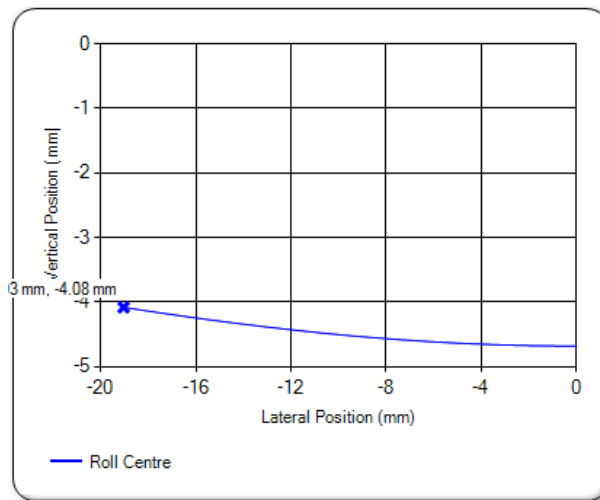


Roll not Droop Limited

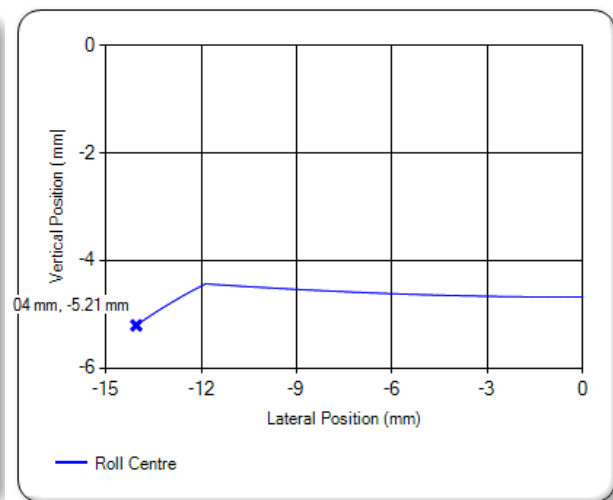


Roll Droop Limited





**Roll not Droop Limited**

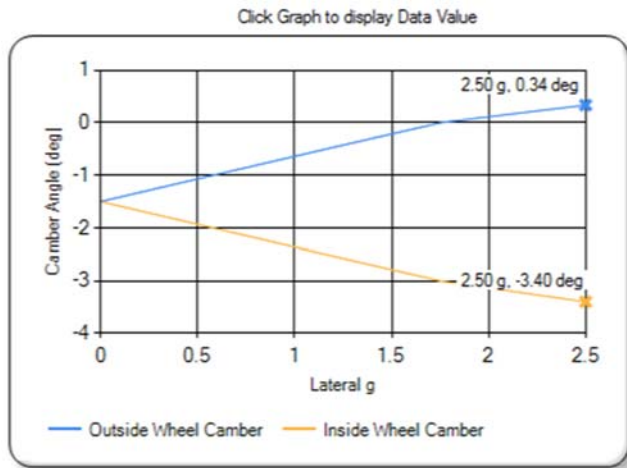


**Roll Droop Limited**

La réduction du droop de la suspension avant abaisse le centre de roulis de 1.1 mm et réduit également le mouvement latéral de 5mm environ. Le point important à se rappeler dans cet exemple est qu'un seul changement peut affecter un certain nombre de propriétés de suspension. Sachant que la propriété qui a le plus d'impact est la clé pour prendre les bonnes décisions lors de changements de setup. Dans ce cas, le changement de droop Avant augmente de manière significative la rigidité de roulis Avant dans les forts g latéraux. La rigidité de roulis avant accrue déplace davantage le transfert de poids vers l'avant.

Une bonne règle générale à suivre est que l'extrémité de la voiture avec la plus forte raideur de roulis aura le plus grand LLT et par conséquent la plus basse adhérence basée sur le transfert de poids.

## Angle de carrossage en fonction du g latéral - Camber Angle versus Lateral g



Le graphique affiche l'angle de carrossage du pneu par rapport au sol pour les roues intérieures et extérieures sur la plage de simulation de g. Ceci est un graphique très important à utiliser dans l'optimisation de la configuration du châssis. L'angle de carrossage commence à la valeur statique définie dans l'onglet de configuration et ensuite, soit augmente, roue intérieure, soit diminue, roue extérieure. En modifiant la longueur et / ou l'angle de carrossage de

la biellette, la quantité de changement du gain de carrossage peut être ajusté et les effets observés en utilisant cette courbe.

Dans cet exemple, l'angle de carrossage va en positif sur la roue extérieure, ce qui ne risque pas de produire le maximum de grip. Soit plus de carrossage statique soit plus de gain de carrossage peuvent être utilisés pour améliorer cette situation.

Donc, pour résumer, il y a trois facteurs clés pour atteindre la meilleure configuration possible :

- Les pneus, les pneus, les pneus. Trouvez les bons pneus. Les pneus sont 90 à 95% du setup.
- Maximiser la zone du pneu en contact avec le sol. Vous pouvez faire cela en ajustant le carrossage statique et la prise de carrossage pour correspondre au roulis du châssis.
- Ajuster le droop, la prise de roulis et les centres de roulis en fonction du transfert de charge latéral (LLT) que vous souhaitez et où vous le souhaitez.

C'est la beauté de la simulation, maintenant vous pouvez rapidement essayer de nombreuses possibilités et choisir d'essayer l'une d'elles sur la piste en sachant alors ce que vous devriez en attendre. Expérimentez et vous ne serez pas déçu.