



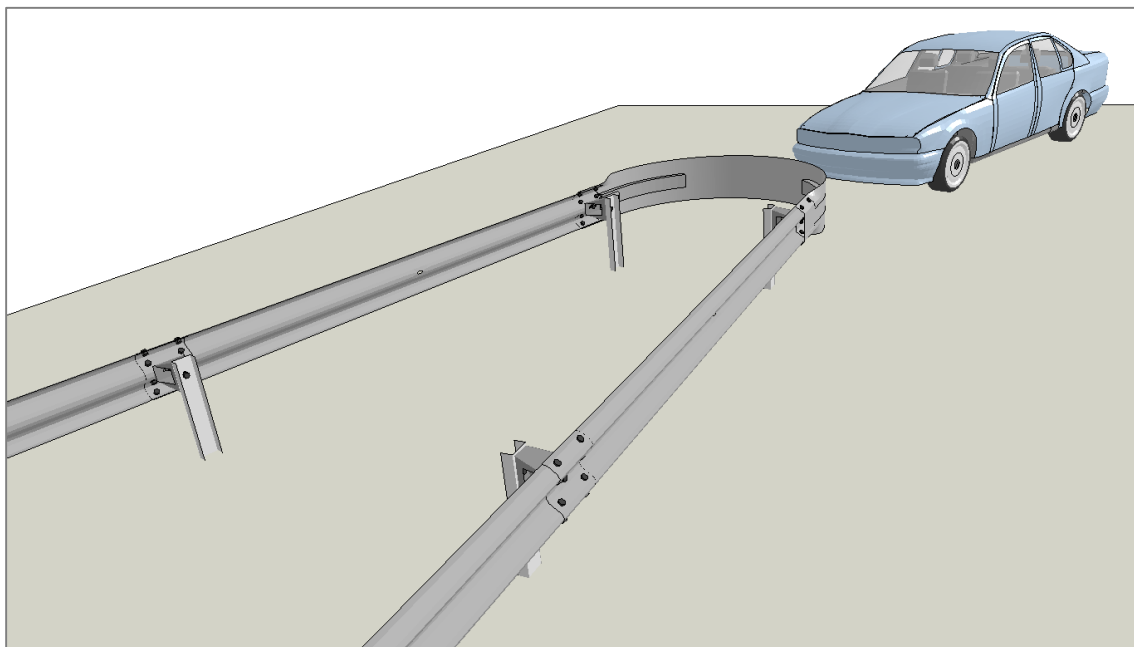
**TRANSPOLIS S.A.S**  
**340 rue de Hongrie - CS 10005**  
**FR-69125 Lyon St-Exupéry Aéroport**  
**Tél. +33 (0)4 72 48 37 30**  
**Fax. +33 (0)4 72 48 37 37**  
**www.transpolis.fr**

## **Rapport d'avancement : Phase 2**

---

### **Simulations d'essais de choc de la norme NF EN 1317-3**


**Niveaux de performance 100 et 80 km/h**



**DGITM-DIT-MARRN-14-2015**

Juin 2016

## Auteur

Personne	Organisme	Fonction	Visa
Fabien BERTHET	TRANSPOLIS	Ingénieur calculs	

## Diffusion

Personne	Organisme
Bernard ENEAU	DGITM/DIT/MARRN/PL
Jean-François JULIEN	DGITM/DIT/MARRN/PL
Robert HANESSE	DGITM/DIT/MARRN/PTM
Rémy MARSOLAT	CEREMA/DTerCE/DMOB/SPAD
Jean-Philippe DELORME	CEREMA/DTecITM/CSEP/DSC

## Liste des versions

Document	Date	Objet
R-DGI-MUS-002	21/06/2016	Version initiale

## Introduction :

L'objet du marché public DGITM-DIT-MARRN-14-2015 est l'évaluation par méthode numérique des capacités de retenues et des performances des musoirs selon la norme en vigueur NF EN 1317-3 (relatives aux atténuateurs de choc). Les simulations sont réalisées sur les deux types d'extrémités de musoirs décrits dans la circulaire N°88-49 du 9 mai 1988 :

- Un musoir constitué de 2 glissières profil A de 4 m courbées à un rayon de 2.6 m,
- Un musoir de rayon 1.0 m, constitué d'un élément métallique plat renforcé latéralement par des profilés.

Ces musoirs sont fixés à deux éléments de glissement profil A de 4 m, connectés à des supports fragilisés par l'intermédiaire d'écarteurs. Ces ensembles sont raccordés à deux files de glissières GS4 de 24 m (et GS2 dans une configuration d'essai). Les dispositifs sont symétriques et avec un angle entre les files de 15°.

Les essais de chocs aux classes de vitesses 100 et 80 km/h de la norme NF EN1317-3 sont simulés sur ces deux dispositifs.

## Matériels et Méthodes :

Les modélisations et l'analyse des résultats ont été réalisées avec le logiciel LS-PrePost 4.2 (LSTC), les simulations sont effectuées par le solveur de calcul LS-Dyna R7.1.1 (LSTC).

Les dispositifs ont été modélisés à partir des plans fournis dans les normes NF P98-411, -412 et -414, relatives aux barrières de sécurité routières. Le musoir profil A est réalisé à partir de deux éléments standards de glissement de 4 m et courbés à un rayon d'environ 2.6 m. La géométrie du musoir en tôle plate avec caisson et UAP130 est reproduite à partir des plans de la norme NF P98-414.

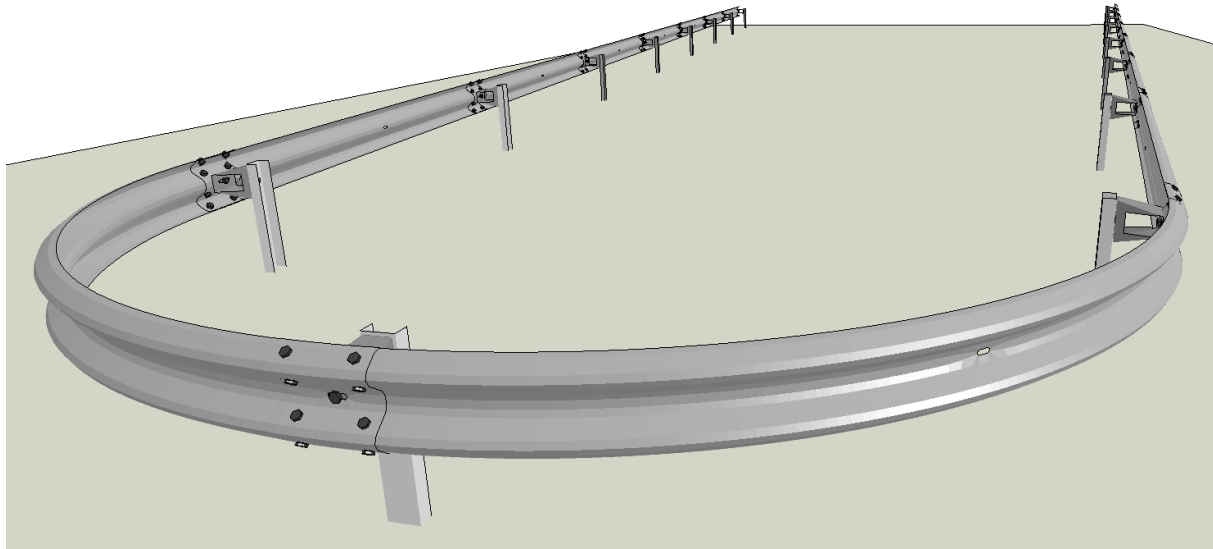
Les supports fragiles sont des profilés U125 en alliage d'aluminium, tandis que les supports des GS4/GS2 sont des profilés UPN100 en acier. Tous ces supports sont équipés d'écarteurs en acier. Les glissières sont de profil A et les boulons sont constitués de vis M16 à tête ronde et d'écrous hexagonales M16-32 surplat.

Les composants des dispositifs sont modélisés en éléments finis déformables auxquels sont attribués des propriétés matériaux élasto-plastiques : Acier S235 pour la plupart des pièces, Aluminium 6005-T6 pour les supports fragiles U125, Acier de classe de qualité 6.8 pour les boulons. Une condition aux limites d'encastrement est appliquée à l'ensemble des supports au niveau du sol. La hauteur de pose pour les glissières est de 0.7m.

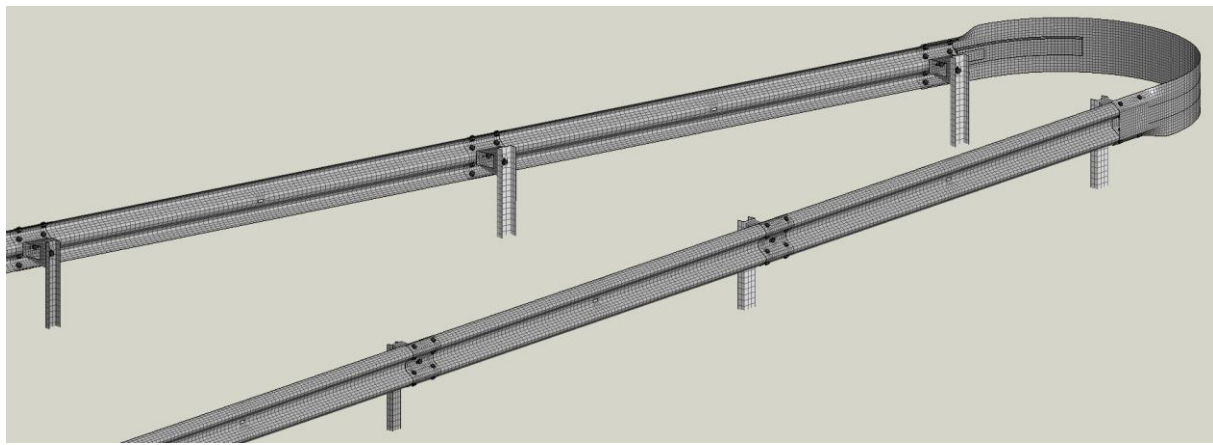
Les propriétés matériaux retenues pour ces simulations sont les suivantes :

		Limite élastique [MPa]	Résistance à la traction [MPa]	Allongement à rupture
<b>Acier S235JR</b>	<i>Norme NF EN 10025</i>	≥ 235	360 à 510	≥ 26%
	<b>Modèles</b>	320	420	35%
<b>Aluminium 6005-T6</b>	<i>Norme NF EN 755-2</i>	≥ 215	≥ 260	≥ 8%
	<b>Modèles</b>	260	300	19%
<b>Acier Classe de qualité 6.8</b>	<i>Norme NF EN 20898-1</i>	≥ 480	≥ 600	≥ 8%
	<b>Modèles</b>	720	900	10%

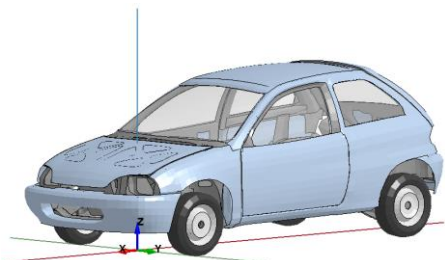
**Musoir Profil A R2.6m**



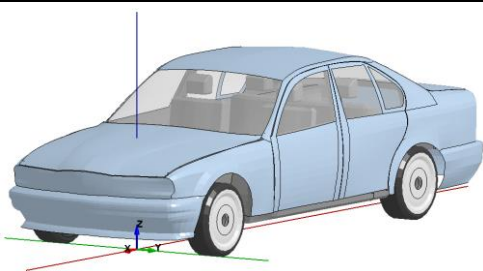
**Musoir Plat R1.0m**



Les simulations des essais ont été ensuite préparées en ajoutant les modèles de véhicules et les conditions d'impact spécifiées par la norme EN 1317-3. Les modèles de véhicules ont des caractéristiques et des dimensions conformes aux spécifications définies dans la norme EN 1317-1 :

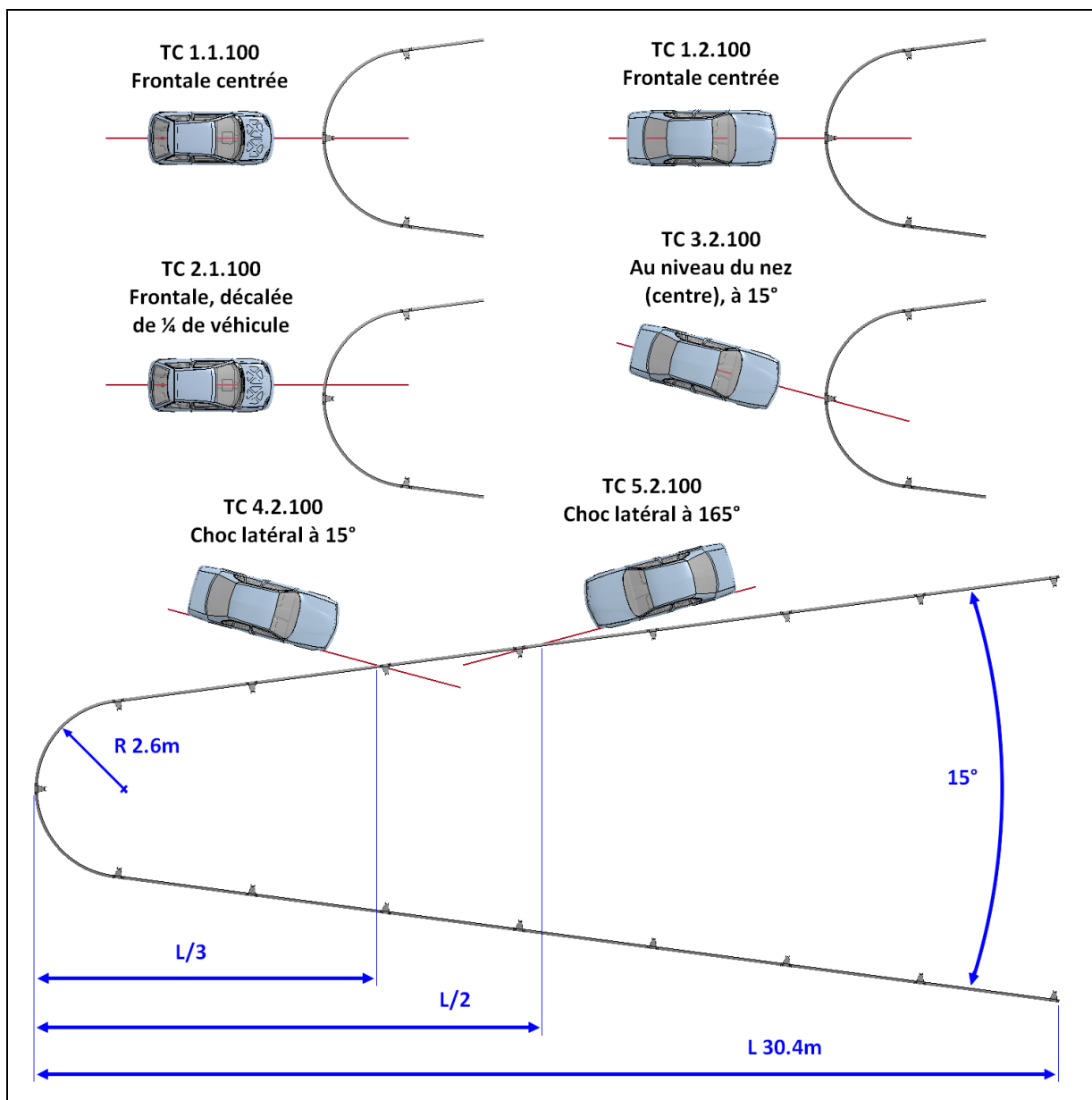
	<b>Norme</b>	<b>Modèle</b>	
<b>Masse totale [kg]</b>	900 ± 40	900	
<b>Trace de roue [m]</b>	1.35 ± 0.20	1.35	
<b>Centre de Masse X [m]</b>	-0.90 ± 0.09	-0.90	
<b>Centre de Masse Y [m]</b>	± 0.07	0.03	
<b>Centre de Masse Z [m]</b>	0.49 ± 0.05	0.50	

	Norme	Modèle
Masse totale [kg]	1300 ± 65	1332
Trace de roue [m]	1.40 ± 0.20	1.42
Centre de Masse X [m]	-1.10 ± 0.11	-1.18
Centre de Masse Y [m]	± 0.07	0.00
Centre de Masse Z [m]	0.53 ± 0.05	0.53

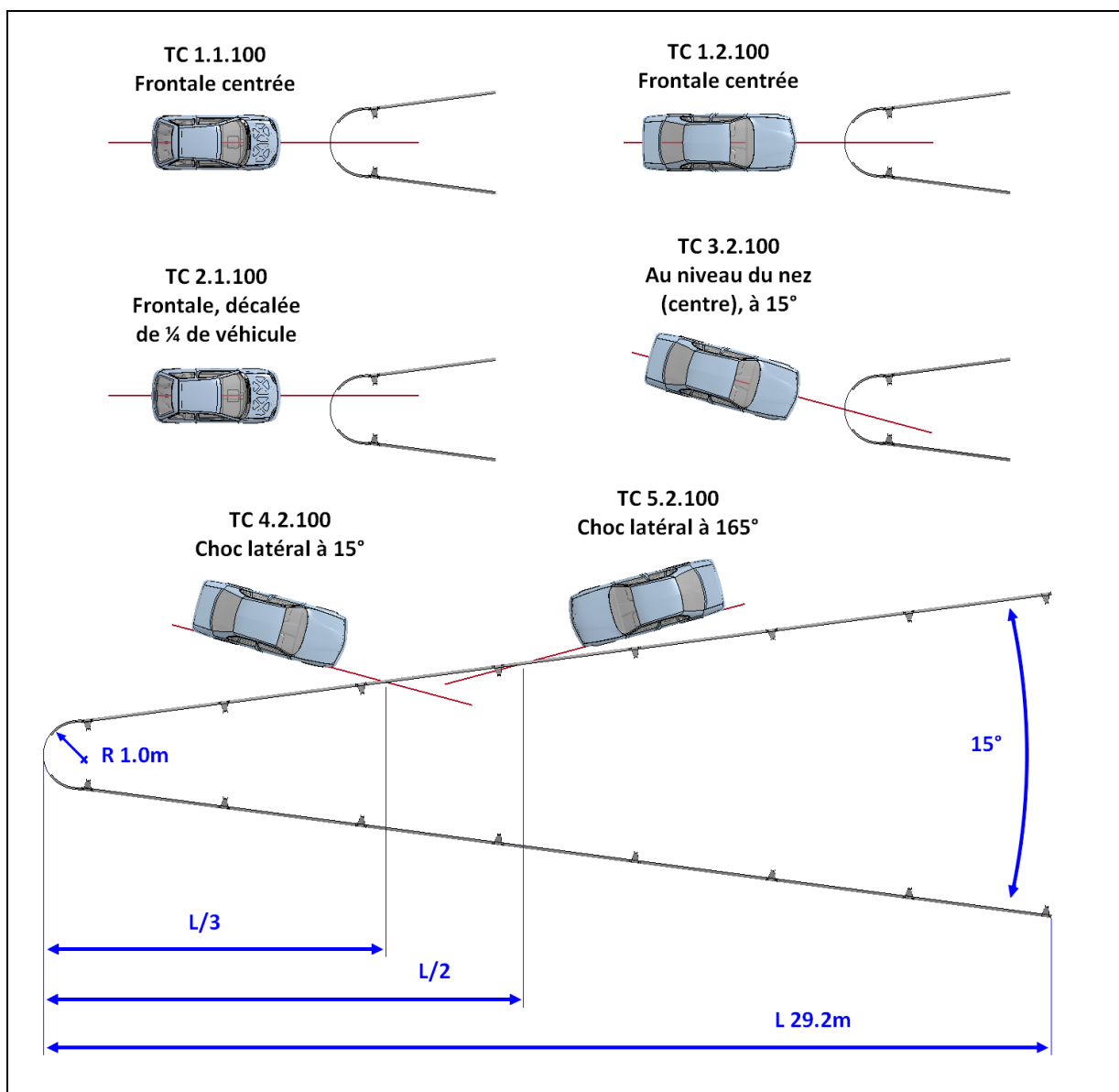


Les trajectoires d'approche et les points d'impact sont les suivants :

- Musoir Profil A R2.6m, 5 supports fragilisés, 2 files GS4 à 15° :



- Musoir Plat R1.0m, 4 supports fragilisés, 2 files GS4 à 15° :



## Résultats :

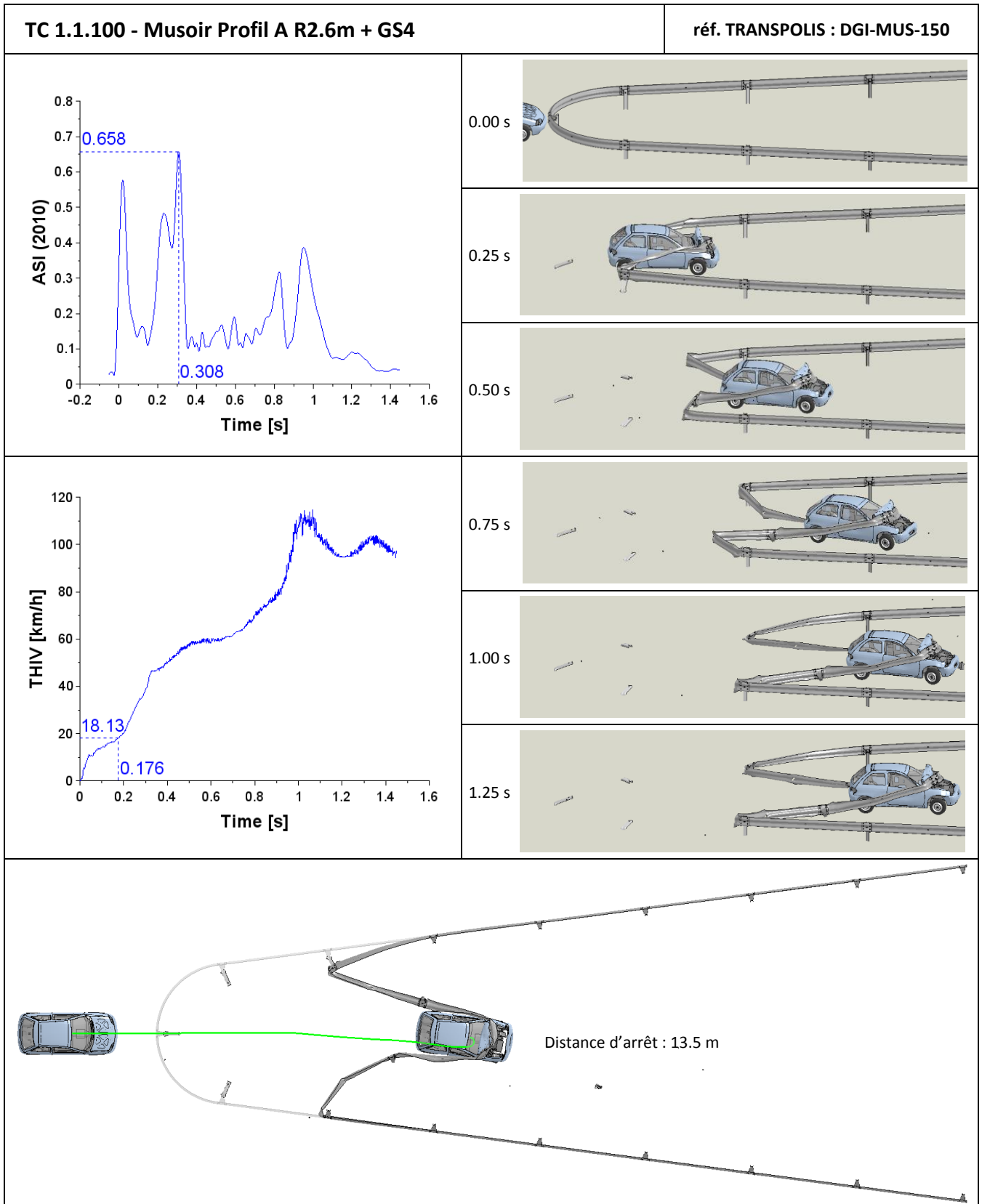
Les simulations des essais des classes de performance 100 et 80 km/h sur les deux types de musoirs ont été effectués, ainsi que quatre simulations complémentaires où les files de glissières GS4 ont été remplacées par des files de glissière GS2 (uniquement pour l'essai TC 4.2 - choc latéral à 15°).

A l'issue des simulations, les performances des dispositifs selon la norme NF EN 1317-3 (les critères de sévérité ASI et THIV) et les distances d'arrêt des véhicules sont évalués. Les anomalies de fonctionnement des dispositifs sont également relevées : Emprisonnement du véhicule par les glissières, franchissement du dispositif par le véhicule, éjection d'éléments des dispositifs de plus de 2kg sur les voies de circulation, ...

Les résultats et les remarques sont détaillés dans les fiches simulations présentées dans les pages suivantes. Les points de non-conformité sont indiqués en rouge dans le tableau récapitulatif ci-dessous :

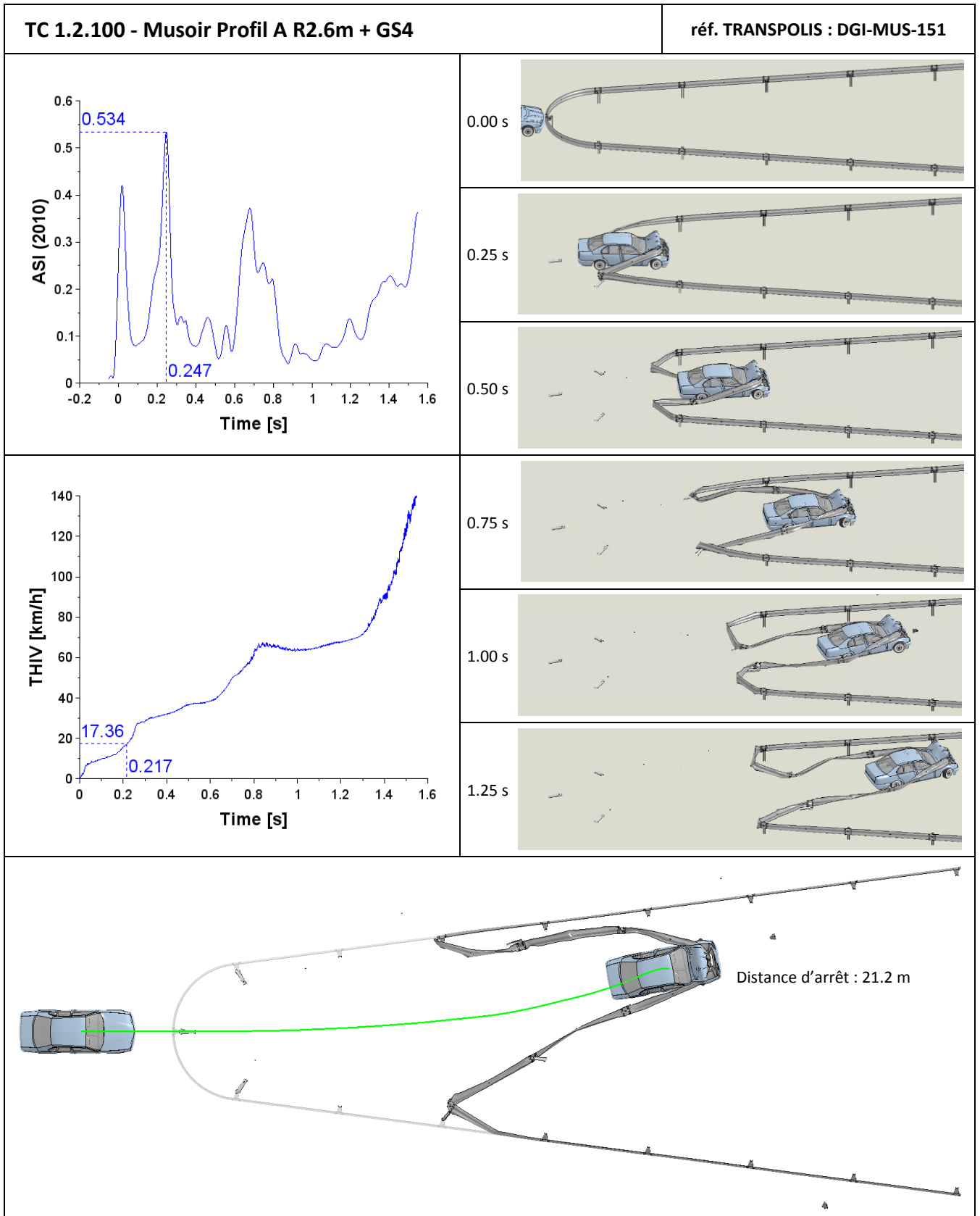
Simulation	Approche	Véhicule	Distance d'arrêt [m]	ASI	THIV [km/h]	Remarques	
<b>Musoir Profil A R2.6m, 5 supports fragilisés, 2 files GS4 à 15°</b>							
DGI-MUS-150	TC 1.1.100	Frontale centrée	900 kg, 100 km/h	13.5	0.7	18	Ejection + Emprisonnement
DGI-MUS-151	TC 1.2.100	Frontale centrée	1300 kg, 100 km/h	21.2	0.5	17	Ejections + Emprisonnement
DGI-MUS-152	TC 2.1.100	Frontale, décalée de ¼ de véhicule	900 kg, 100 km/h	11.8	0.7	19	Ejection + Emprisonnement
DGI-MUS-153	TC 3.2.100	Au niveau du nez (centre), à 15°	1300 kg, 100 km/h	12.9	1.1	19	Ejections
DGI-MUS-154	TC 4.2.100	Choc latéral à 15° (à L/3)	1300 kg, 100 km/h	-	x	x	Franchissement
DGI-MUS-155	TC 5.2.100	Choc latéral à 165° (à L/2)	1300 kg, 100 km/h	-	0.4	12	-
DGI-MUS-170	TC 1.1.80	Frontale centrée	900 kg, 80 km/h	7.9	0.5	18	Ejection + Emprisonnement
DGI-MUS-171	TC 1.2.80	Frontale centrée	1300 kg, 80 km/h	13.6	0.5	16	Ejection
DGI-MUS-172	TC 2.1.80	Frontale, décalée de ¼ de véhicule	900 kg, 80 km/h	6.8	0.7	19	Emprisonnement
DGI-MUS-173	TC 3.2.80	Au niveau du nez (centre), à 15°	1300 kg, 80 km/h	10.3	0.4	17	Ejections + Emprisonnement
DGI-MUS-174	TC 4.2.80	Choc latéral à 15° (à L/3)	1300 kg, 80 km/h	-	x	x	Ejection + Franchissement
<b>Musoir Profil A R2.6m, 5 supports fragilisés, 2 files GS2 à 15°</b>							
DGI-MUS-164	TC 4.2.100	Choc latéral à 15° (à L/3)	1300 kg, 100 km/h	-	x	x	Ejection + Franchissement
DGI-MUS-184	TC 4.2.80	Choc latéral à 15° (à L/3)	1300 kg, 80 km/h	-	0.7	25	Ejection
<b>Musoir Plat R1.0m, 4 supports fragilisés, 2 files GS4 à 15°</b>							
DGI-MUS-200	TC 1.1.100	Frontale centrée	900 kg, 100 km/h	5.0	1.3	45	-
DGI-MUS-201	TC 1.2.100	Frontale centrée	1300 kg, 100 km/h	9.2	0.8	30	Ejection + Emprisonnement
DGI-MUS-202	TC 2.1.100	Frontale, décalée de ¼ de véhicule	900 kg, 100 km/h	6.1	1.3	36	Emprisonnement
DGI-MUS-203	TC 3.2.100	Au niveau du nez (centre), à 15°	1300 kg, 100 km/h	8.2	0.8	31	Ejection + Emprisonnement
DGI-MUS-204	TC 4.2.100	Choc latéral à 15° (à L/3)	1300 kg, 100 km/h	-	x	x	Franchissement
DGI-MUS-205	TC 5.2.100	Choc latéral à 165° (à L/2)	1300 kg, 100 km/h	-	0.3	12	-
DGI-MUS-220	TC 1.1.80	Frontale centrée	900 kg, 80 km/h	2.7	1.4	39	-
DGI-MUS-221	TC 1.2.80	Frontale centrée	1300 kg, 80 km/h	7.3	0.8	25	Emprisonnement
DGI-MUS-222	TC 2.1.80	Frontale, décalée de ¼ de véhicule	900 kg, 80 km/h	3.9	1.0	35	Emprisonnement
DGI-MUS-223	TC 3.2.80	Au niveau du nez (centre), à 15°	1300 kg, 80 km/h	5.3	0.8	33	Ejections + Emprisonnement
DGI-MUS-224	TC 4.2.80	Choc latéral à 15° (à L/3)	1300 kg, 80 km/h	-	x	x	Franchissement
<b>Musoir Plat R1.0m, 4 supports fragilisés, 2 files GS2 à 15°</b>							
DGI-MUS-214	TC 4.2.100	Choc latéral à 15° (à L/3)	1300 kg, 100 km/h	-	x	x	Ejections + Franchissement
DGI-MUS-234	TC 4.2.80	Choc latéral à 15° (à L/3)	1300 kg, 80 km/h	-	0.8	28	Ejections

Les résultats révèlent la non-conformité à la norme 1317-3 des deux musoirs testés (avec les files de glissières GS4) pour les classes 100 et 80. Aucun des deux dispositifs ne permet de rediriger le véhicule dans l'essai TC 4.2.100 (choc latéral à 15° - véhicule de 1300kg) : le véhicule franchit le dispositif en passant sous les glissières. Néanmoins, à 80 km/h et en utilisant une GS2 au lieu d'une GS4, le véhicule ne franchit plus les dispositifs.

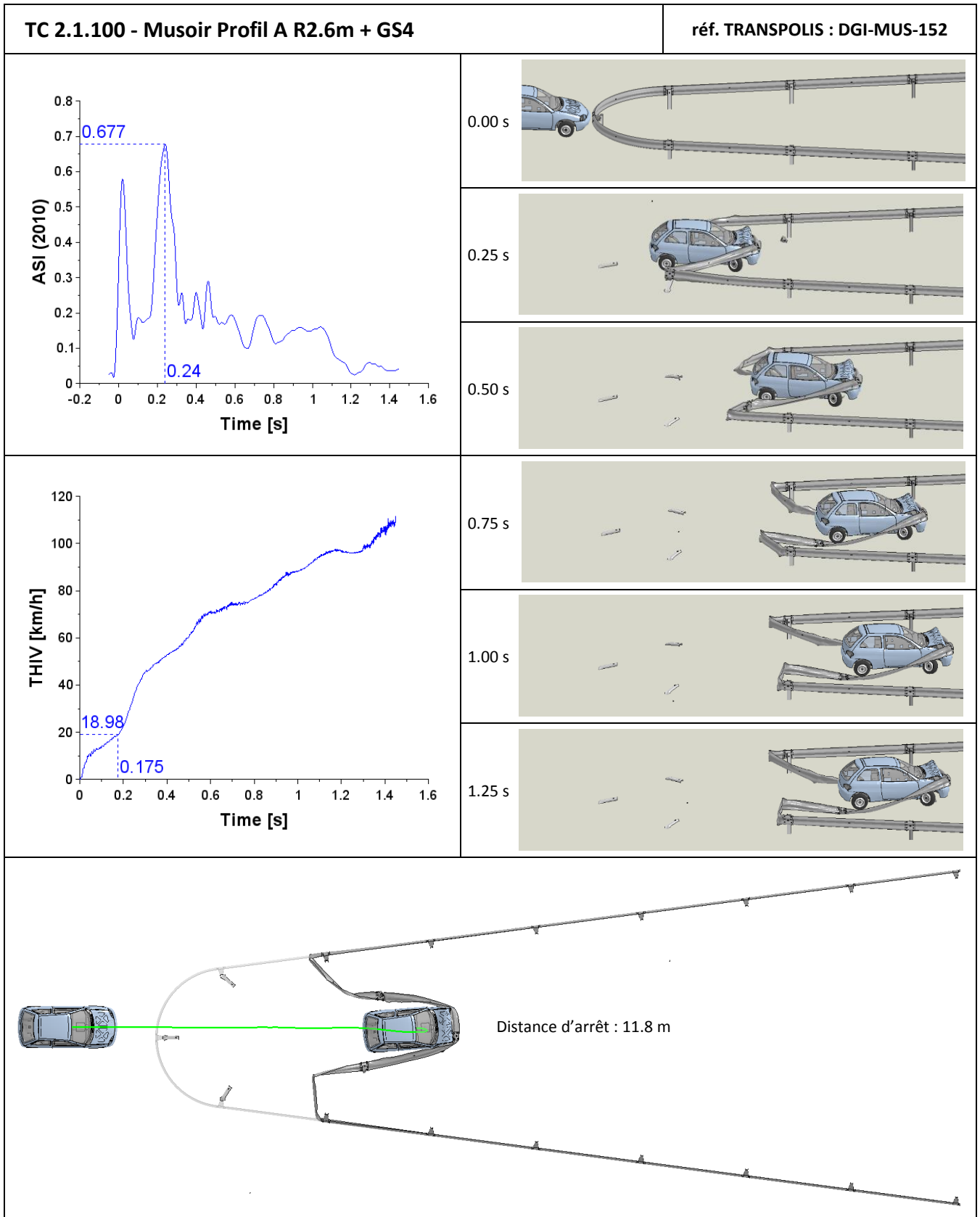


Remarques : 1 écarteur (3kg) éjecté entre les deux files de glissières. Véhicule emprisonné par le dispositif.

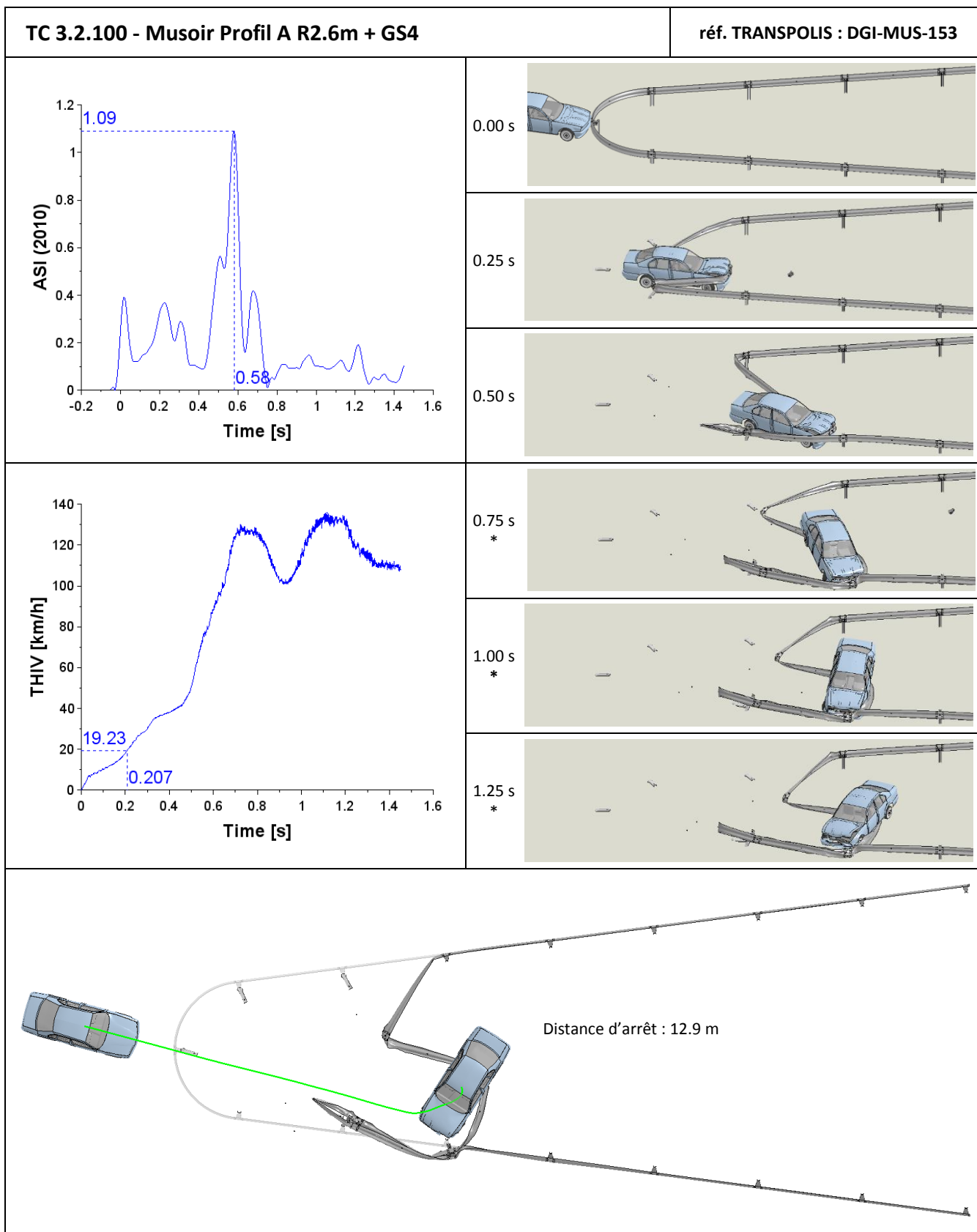




Remarques : 2 écarteurs (3kg) éjectés entre les deux files de glissières et sur la chaussée droite. Véhicule emprisonné par le dispositif.

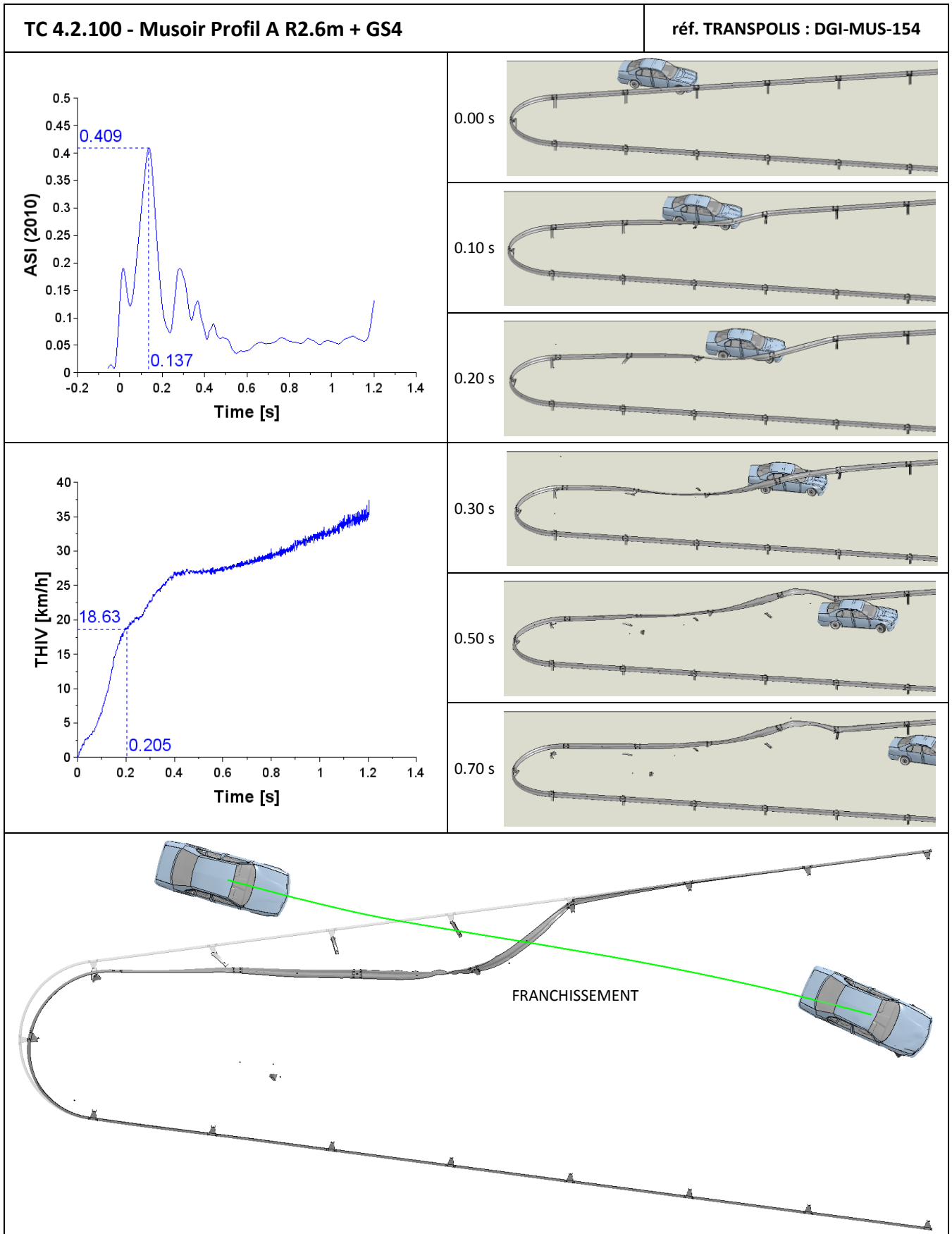


Remarques : 1 écarteur (3kg) éjecté entre les deux files de glissières. Véhicule emprisonné par le dispositif.

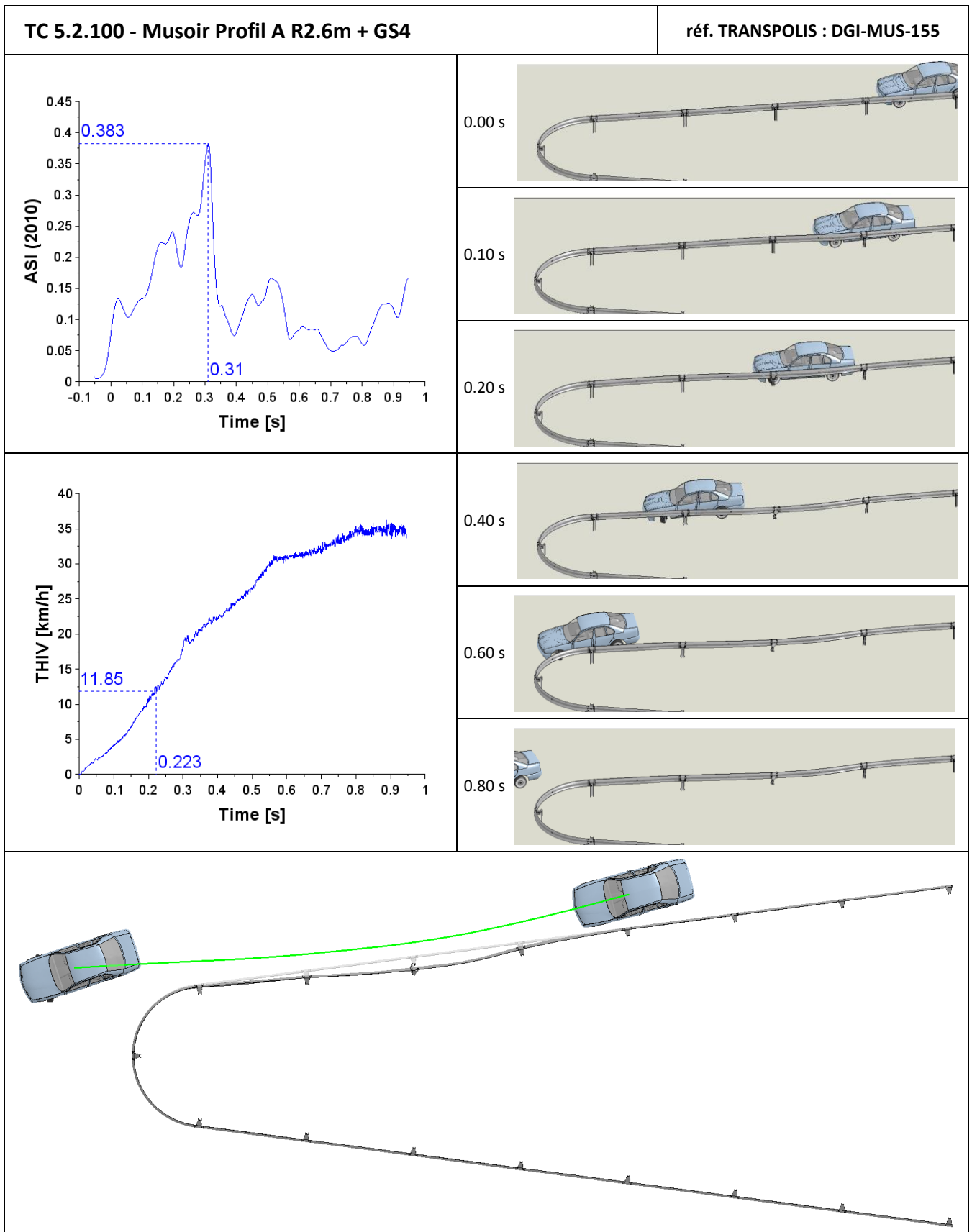


Remarques : 2 écarteurs (3kg) éjectés entre les deux files de glissières.

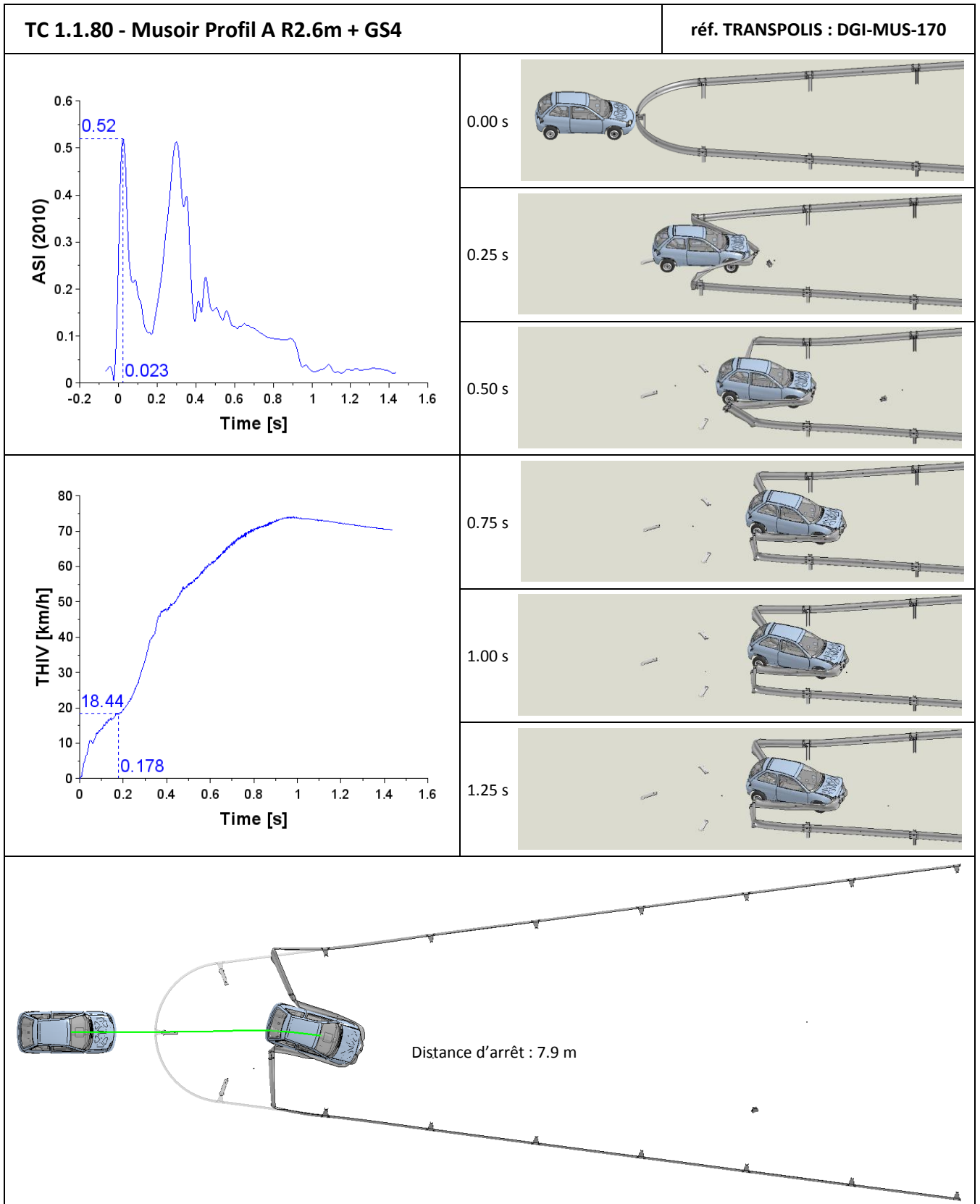
\* Arrière du véhicule se soulève et pivote du fait de l'impact sur un support, retombe et s'immobilise sur la glissière.



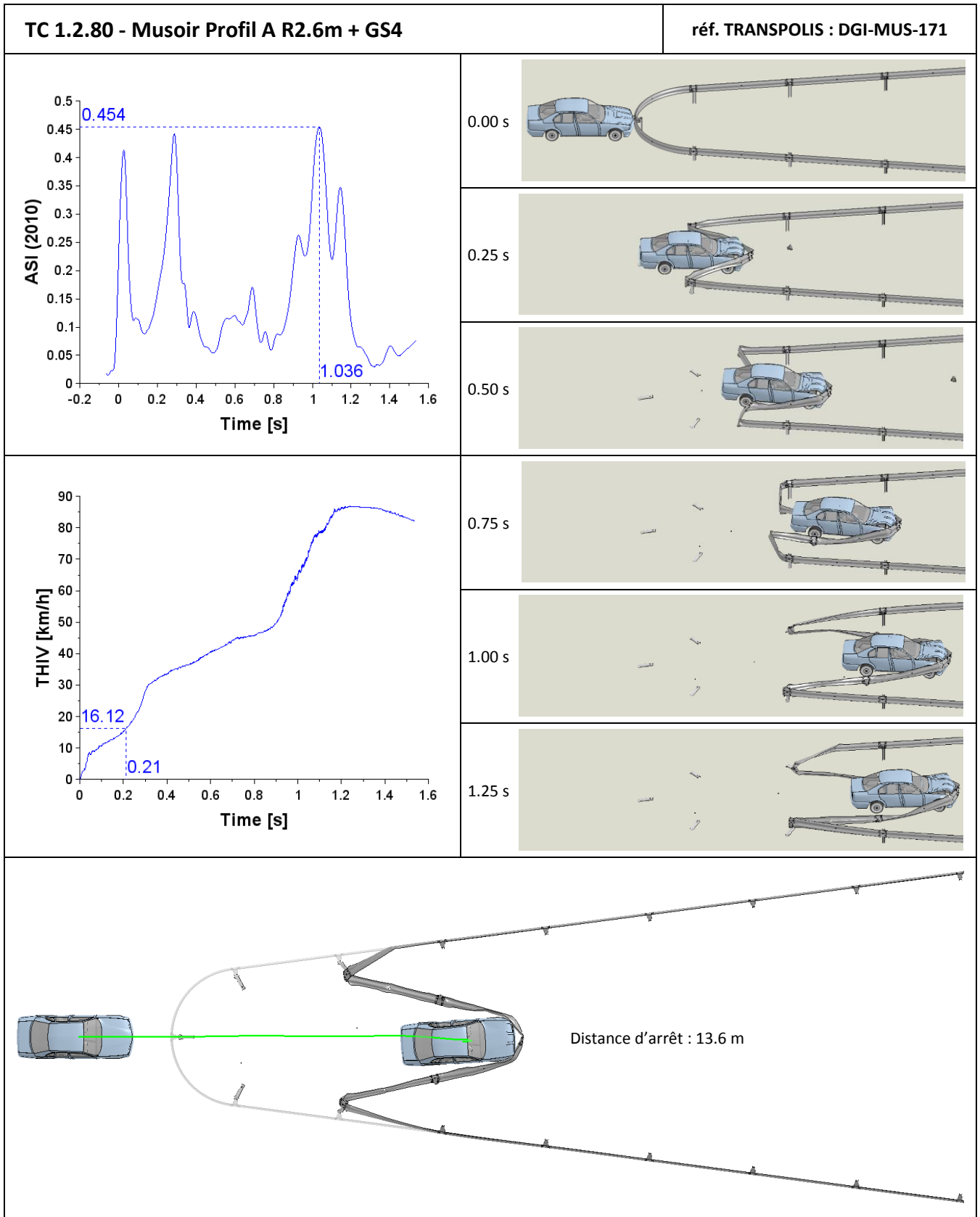
Remarques : 1 écarteur (3kg) éjecté entre les deux files de glissières.



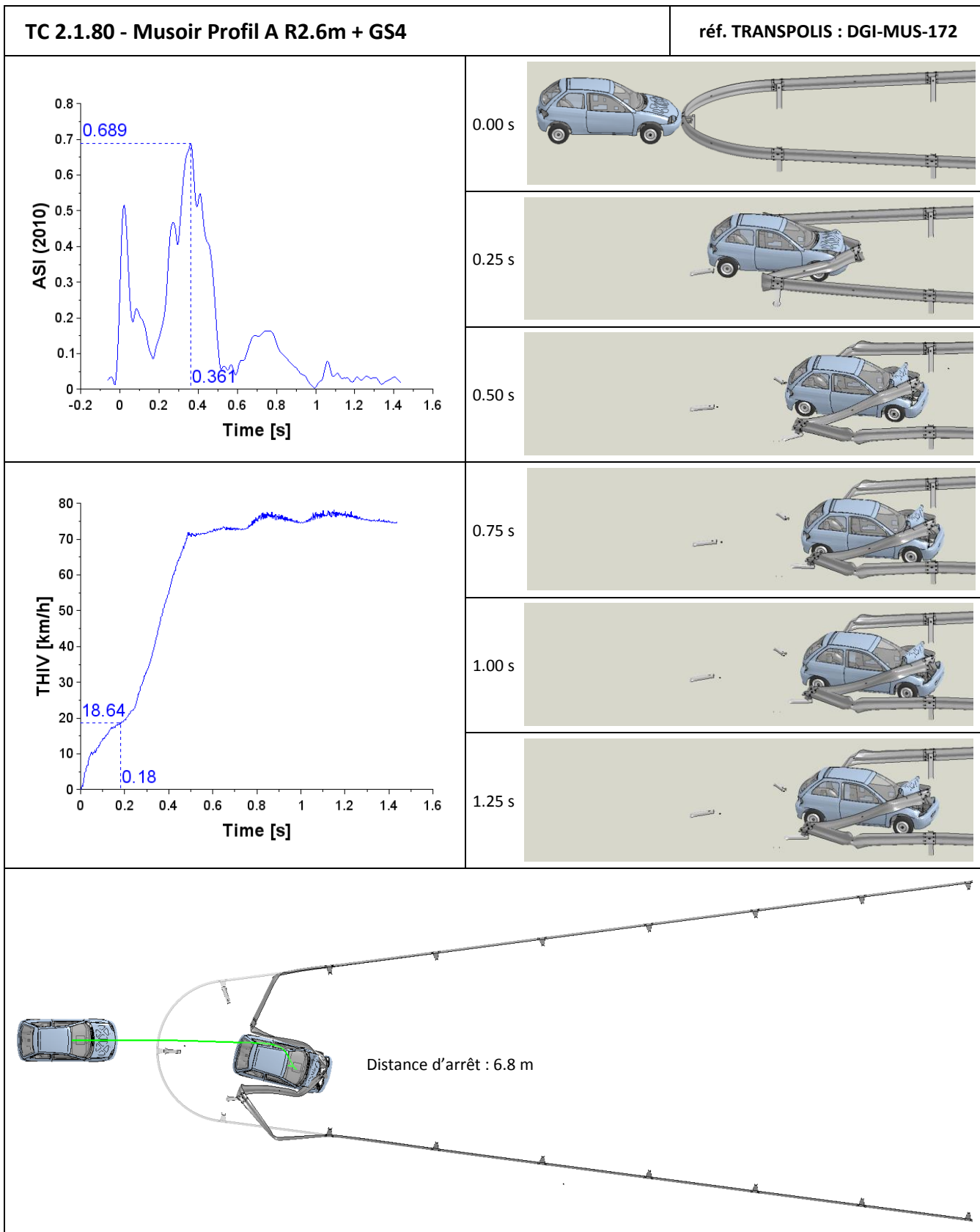
Remarques : 2 écarteurs (3kg) éjectés entre les deux files de glissières.



Remarques : 1 écarteur (3kg) éjecté entre les deux files de glissières. Véhicule emprisonné par le dispositif.

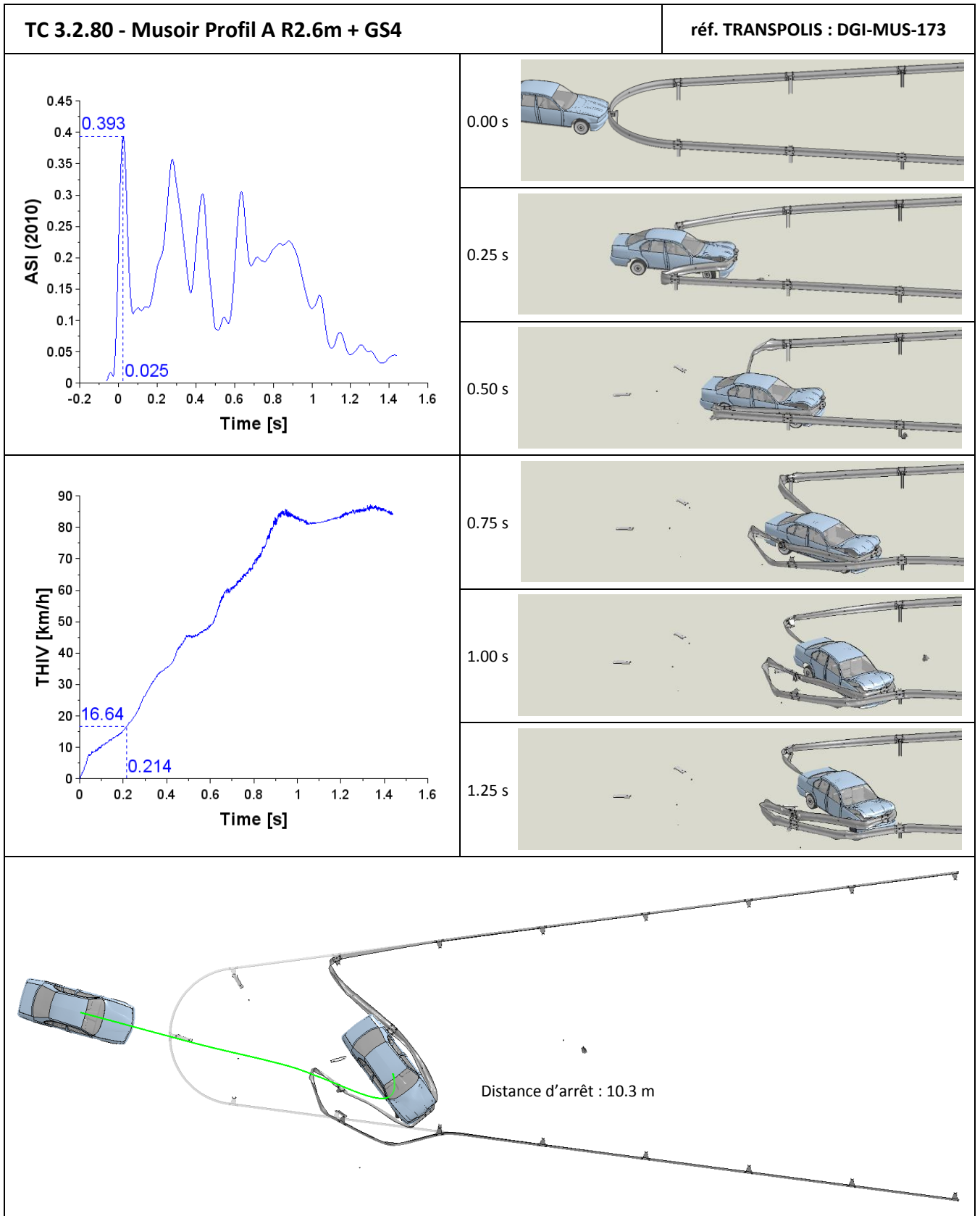


Remarques : 1 écarteur (3kg) éjecté entre les deux files de glissières.

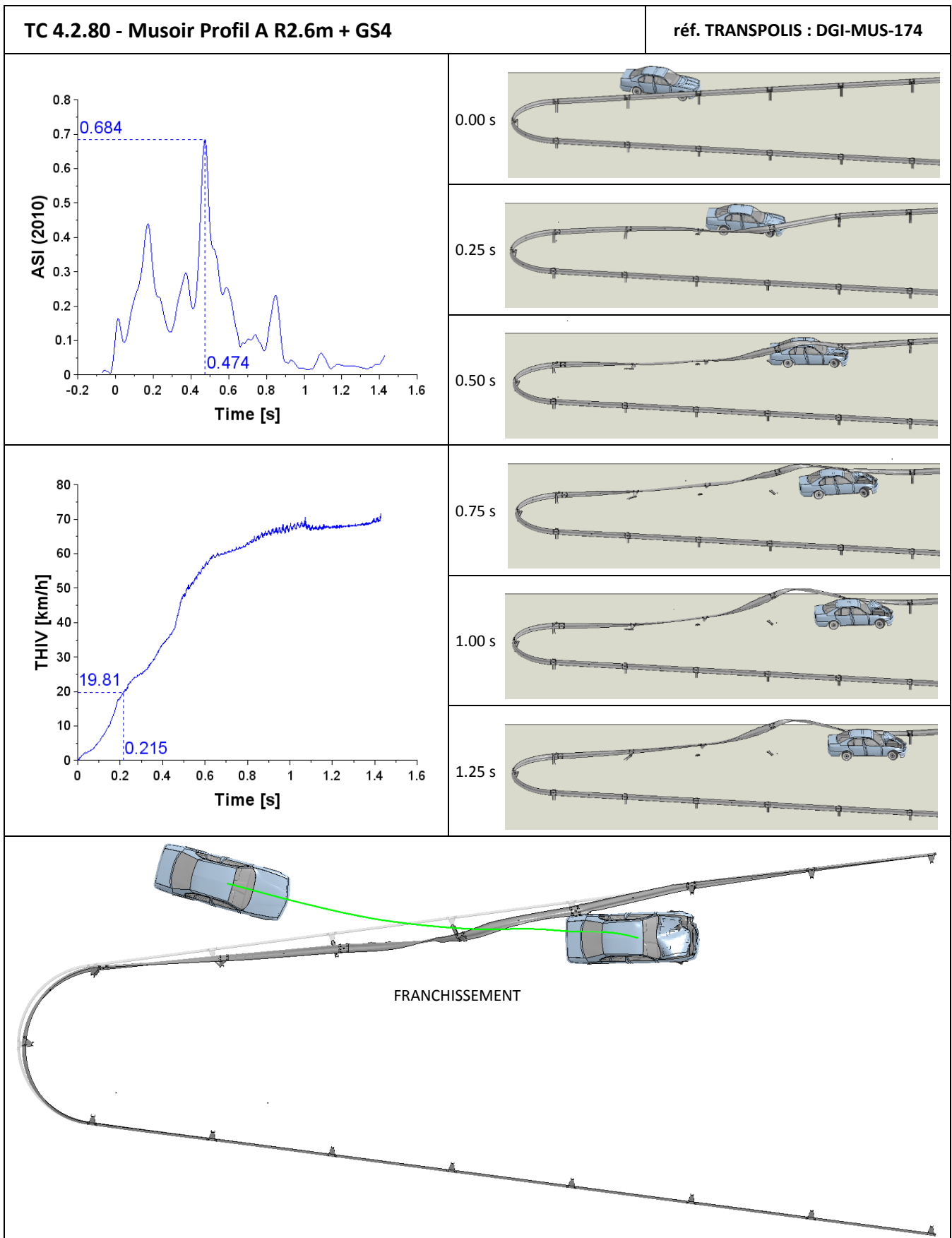


Remarques : Véhicule emprisonné par le dispositif.

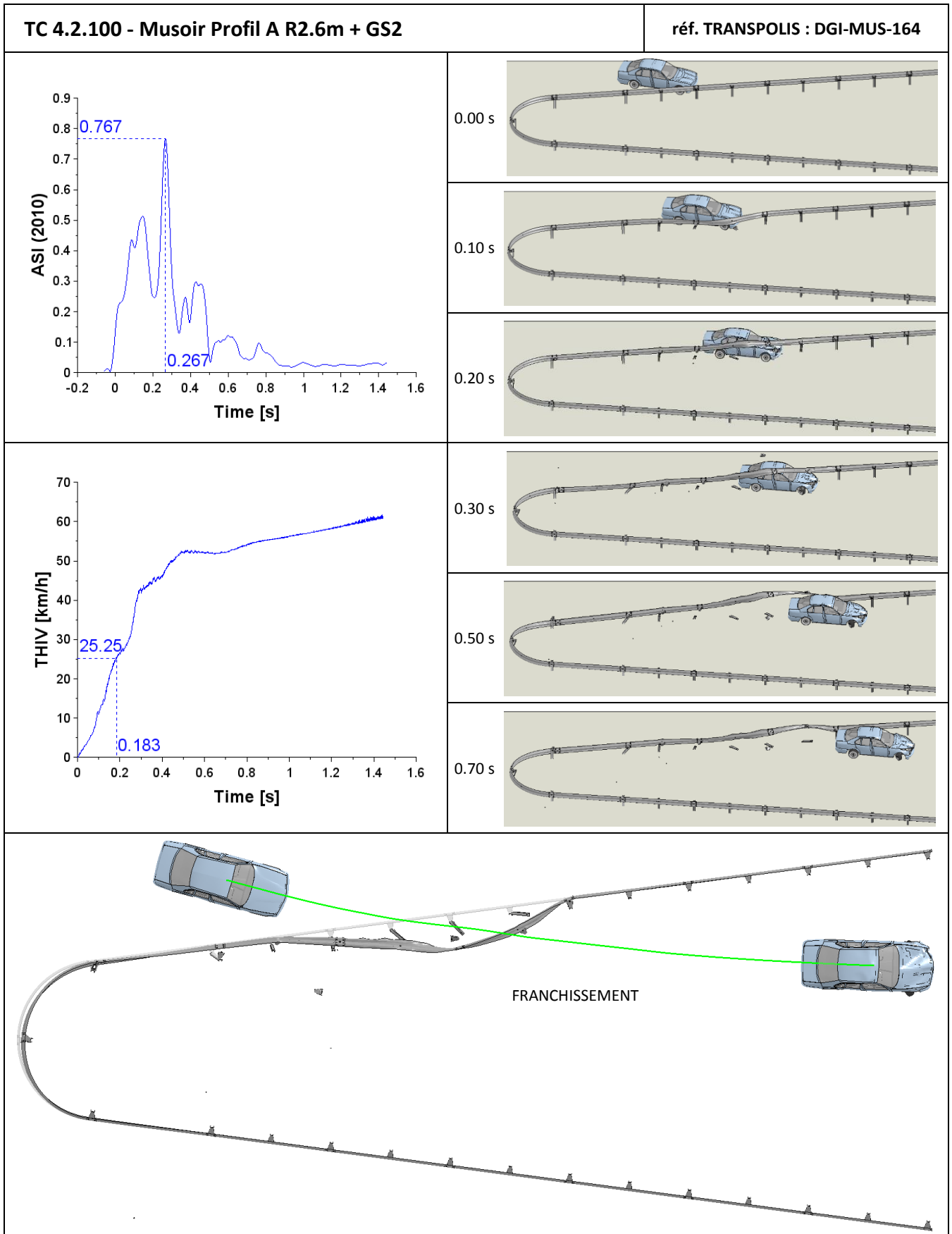


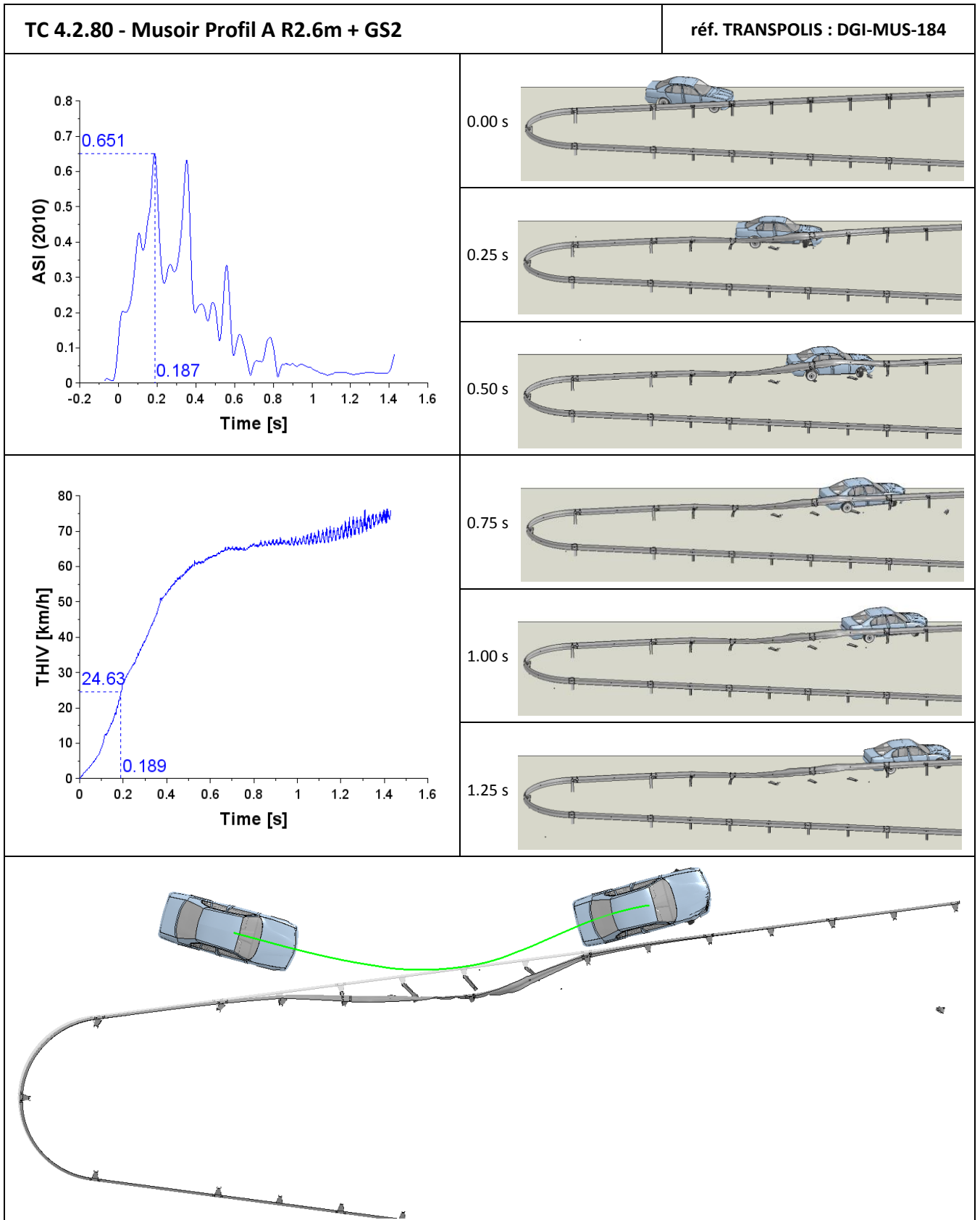


Remarques : 2 écarteurs (3kg) éjectés entre les deux files de glissières et sur la chaussée droite. Véhicule emprisonné par le dispositif.

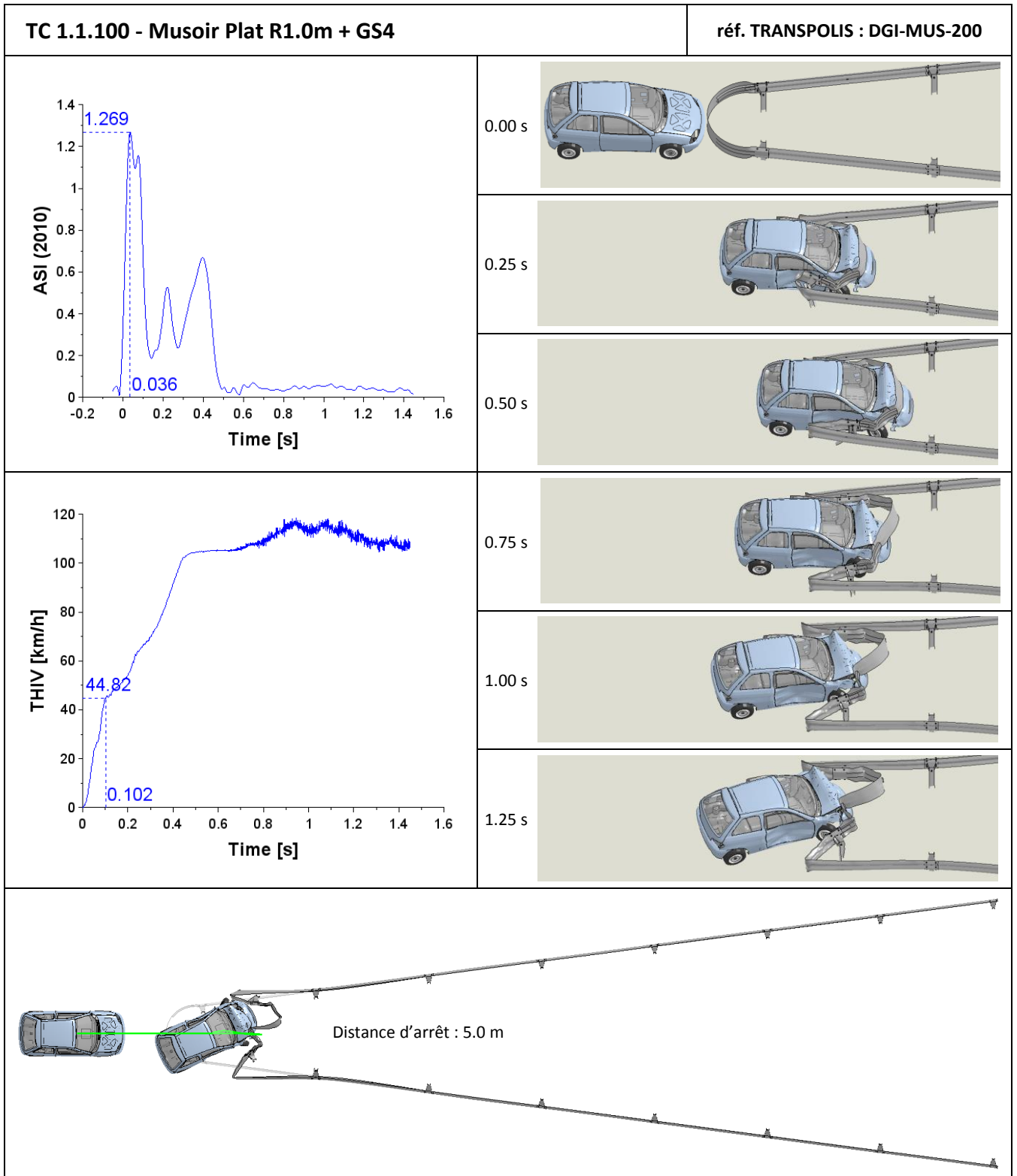


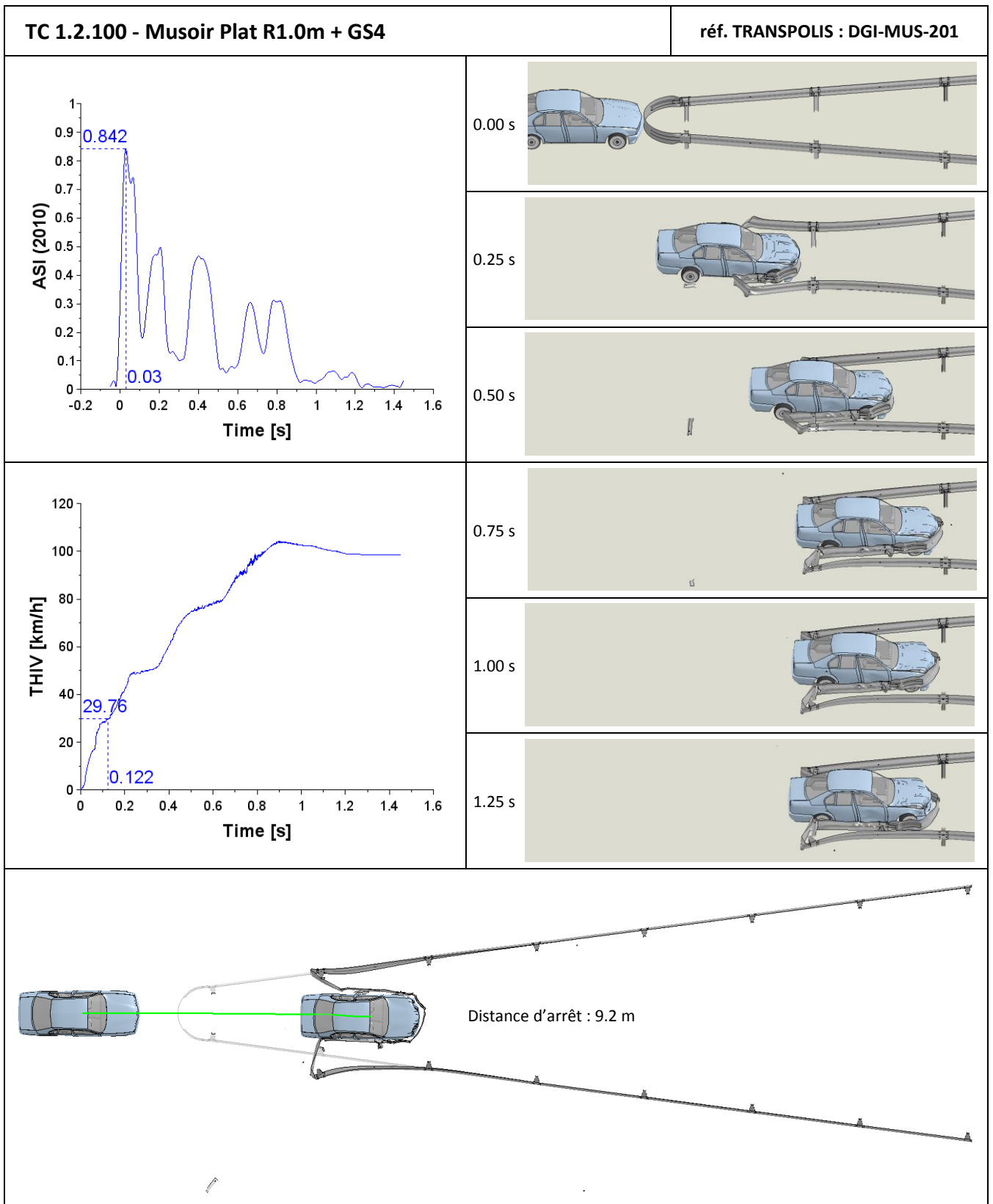
Remarques : 1 écarteur (3kg) éjecté sur le véhicule.



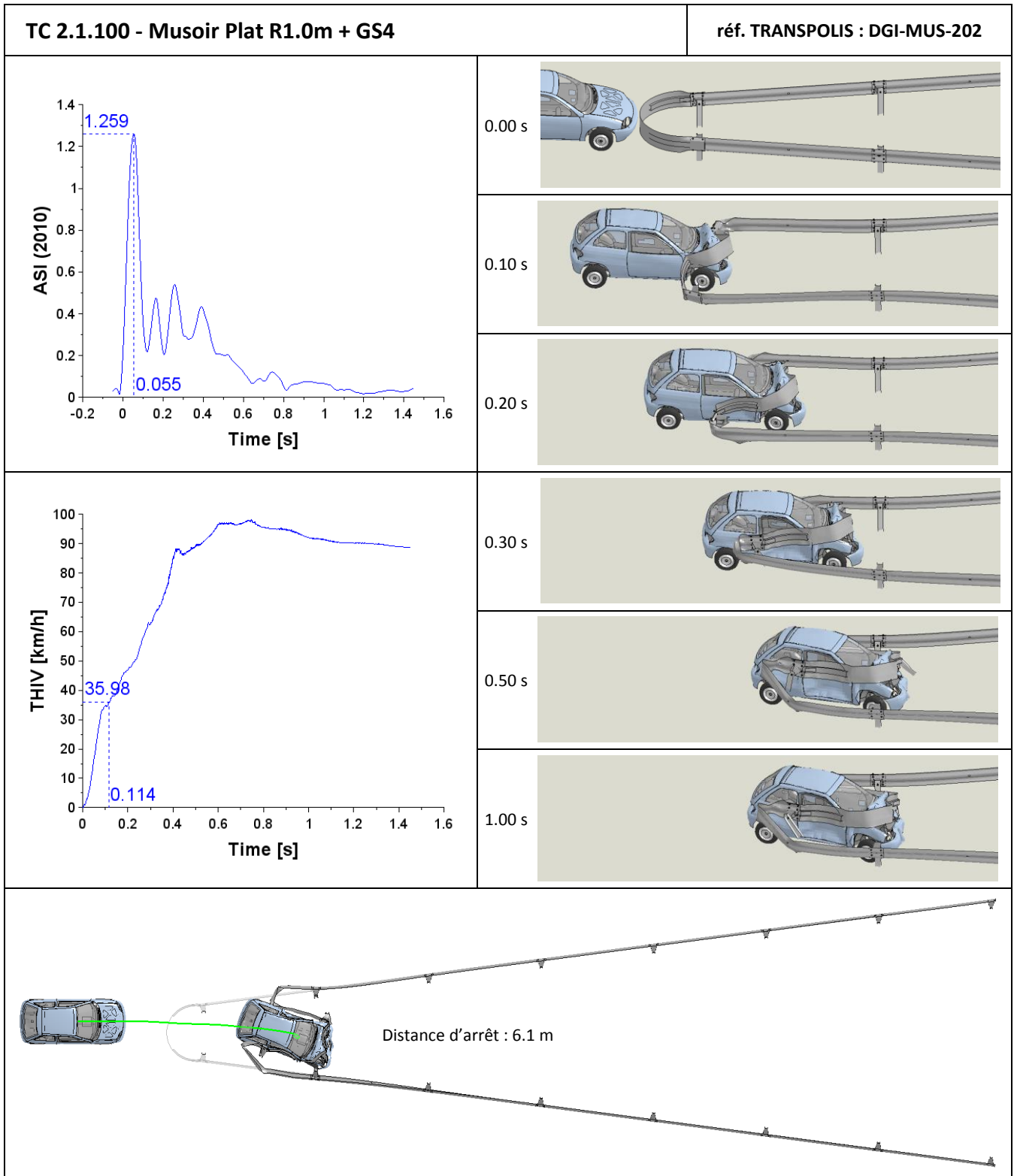


Remarques : 1 écarteur (3kg) éjecté entre les deux files de glissières.

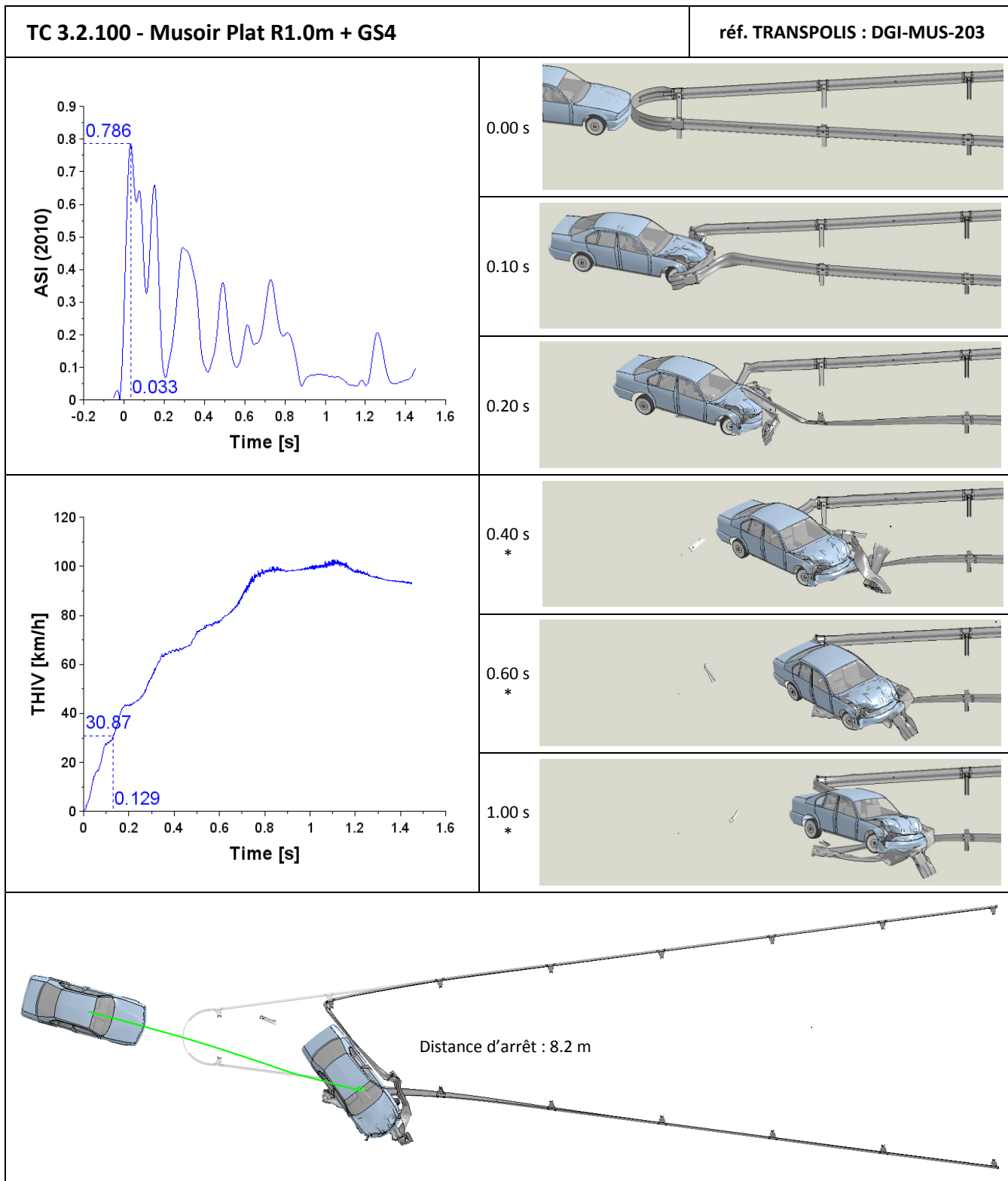




Remarques : 1 support fragile (2.5kg) éjecté sur la chaussée droite. Véhicule emprisonné par le dispositif.



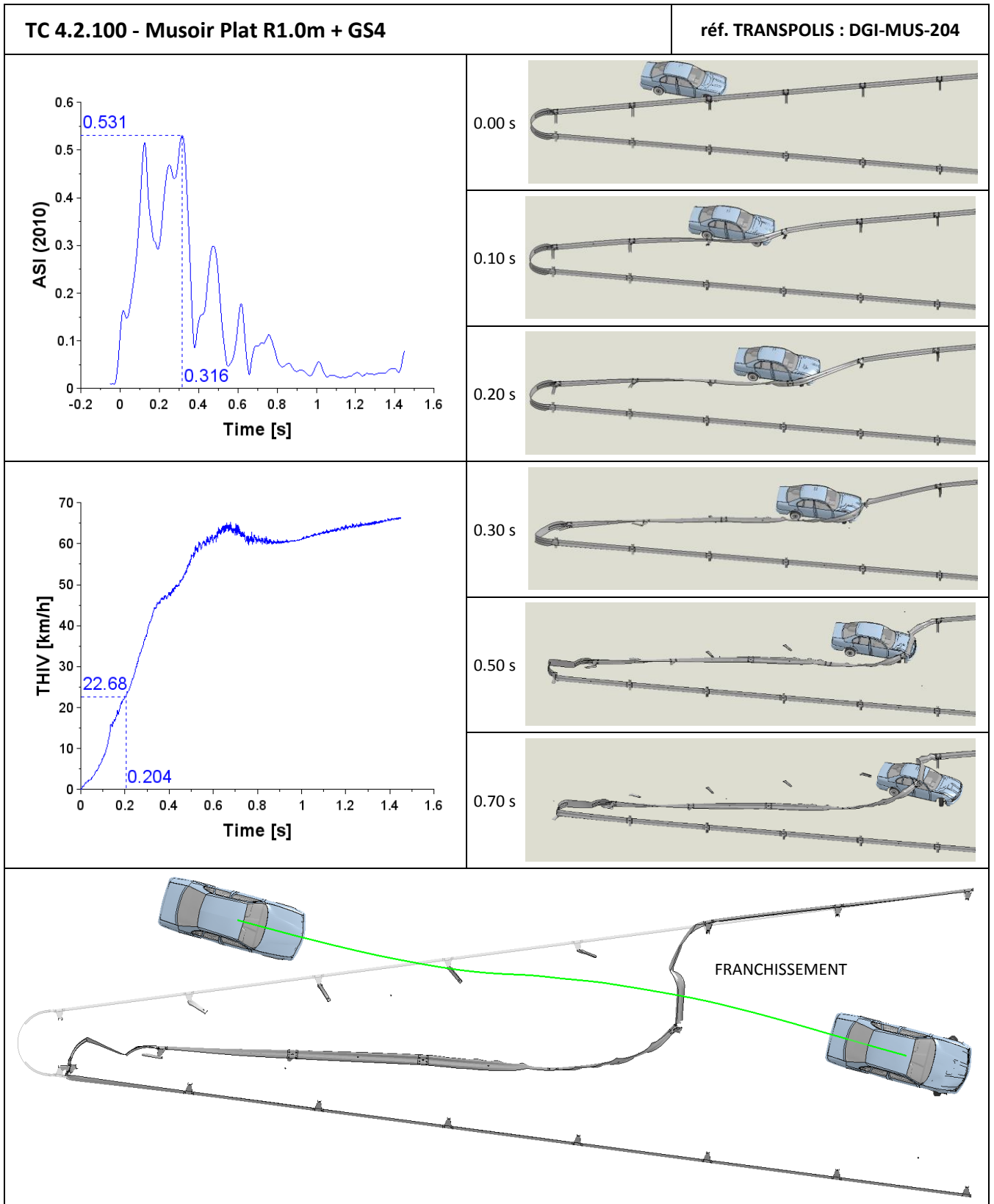
Remarques : Véhicule emprisonné par le dispositif.

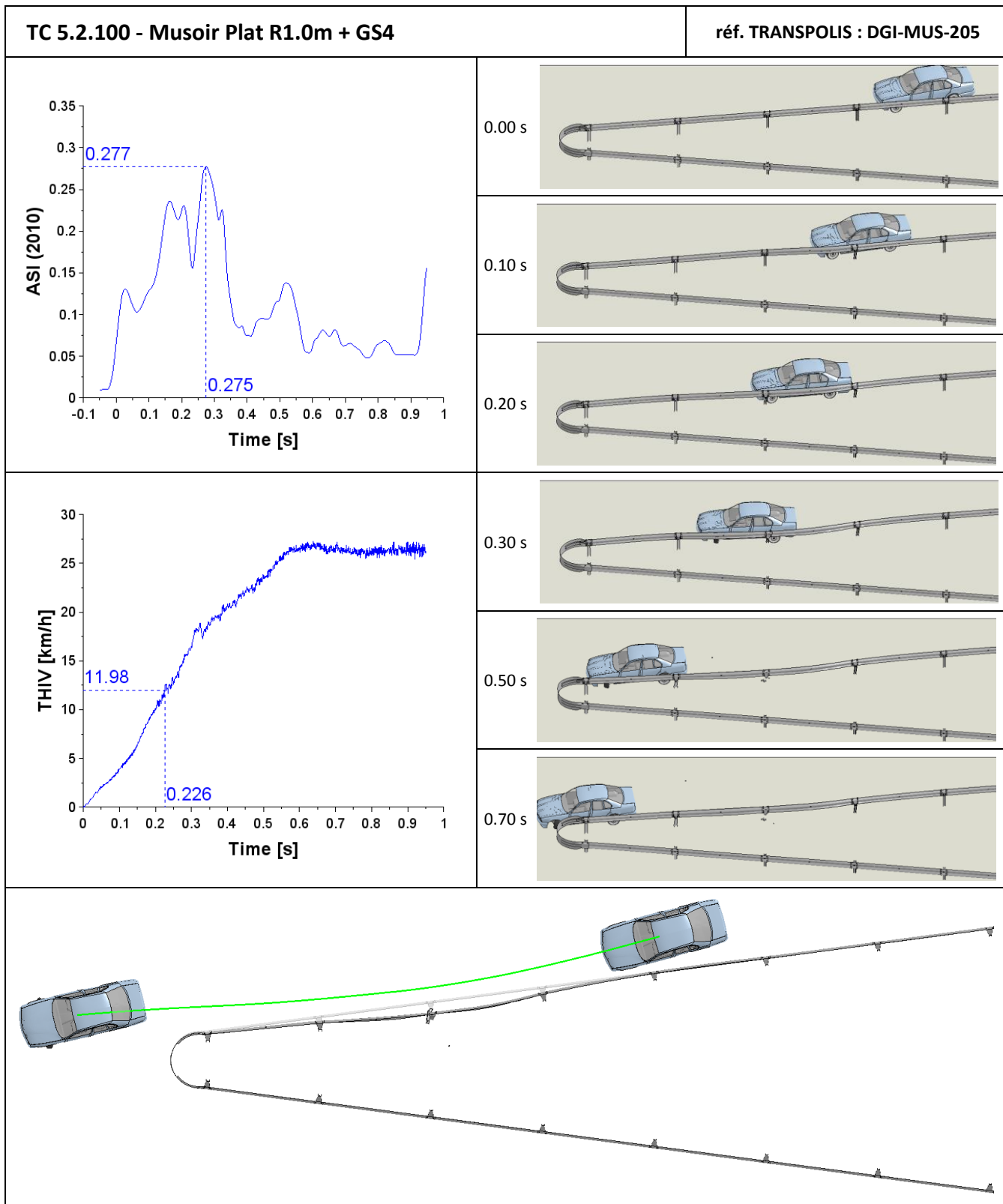


Remarques : 1 support fragile (2.4kg) éjecté entre les deux files de glissières. Véhicule emprisonné par le dispositif (côté gauche).

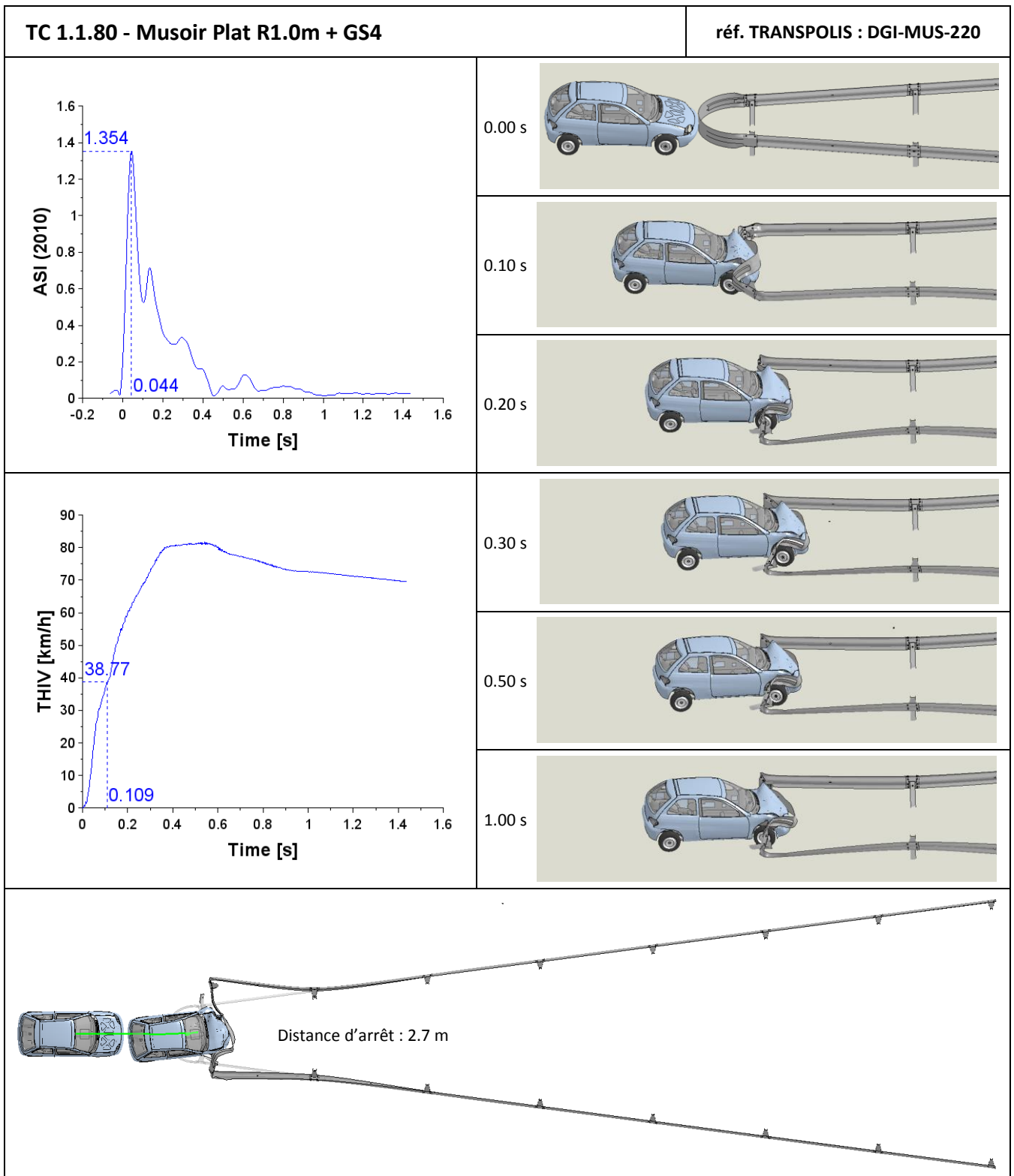
\* Avant du véhicule se soulève, monte et s'immobilise sur la glissière

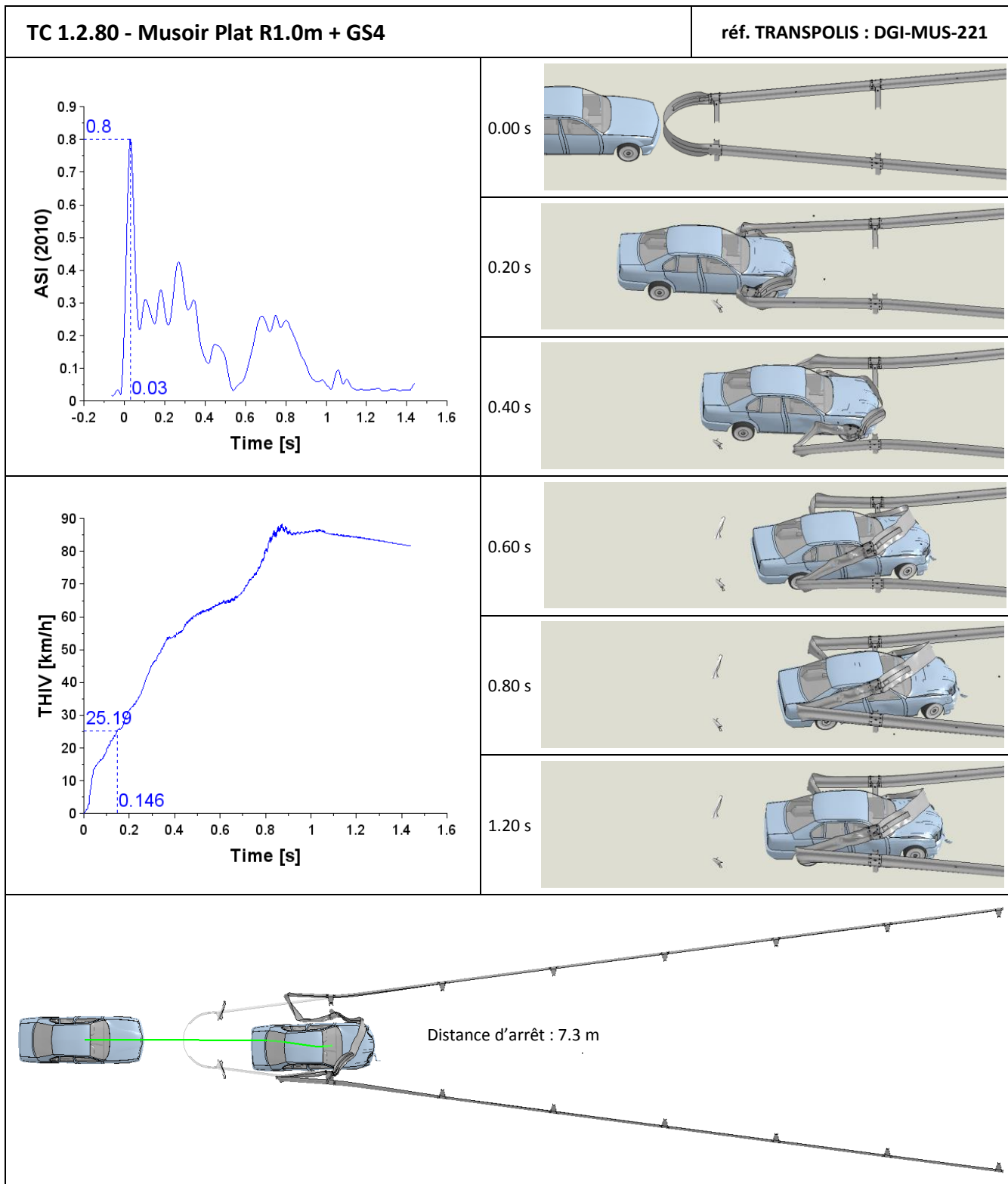




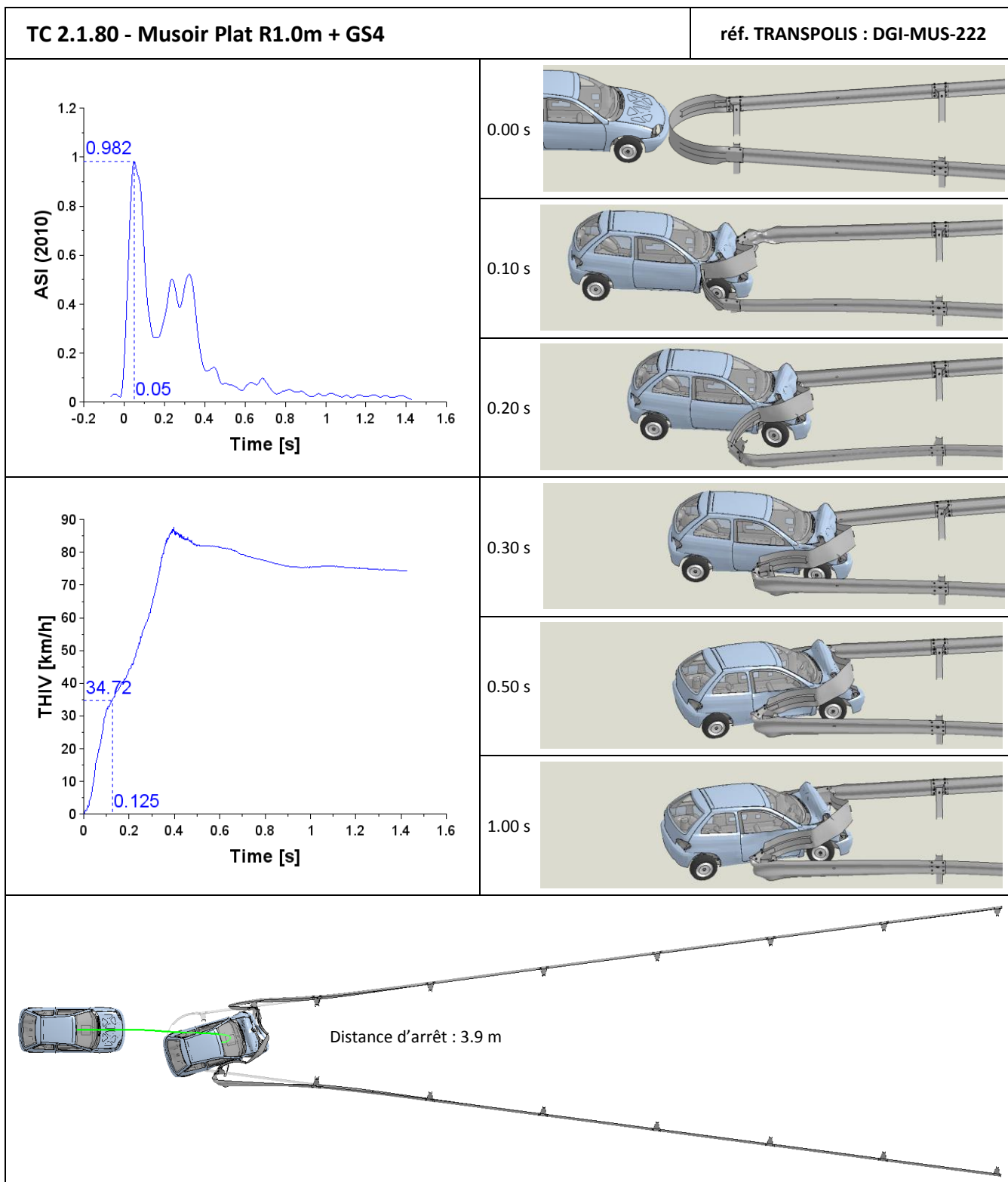


Remarques : 4 écarteurs (3kg) éjectés entre les deux files de glissières.

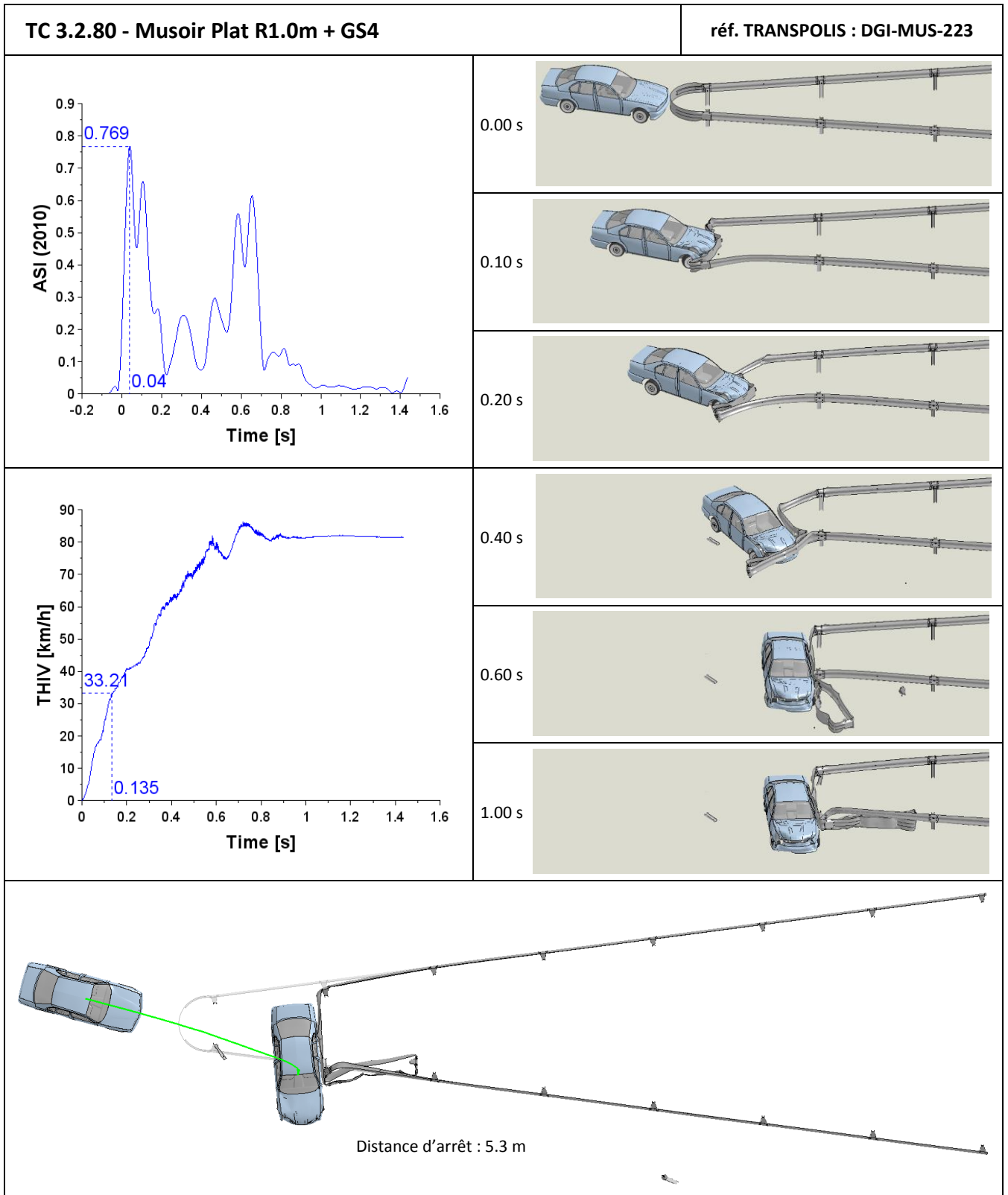




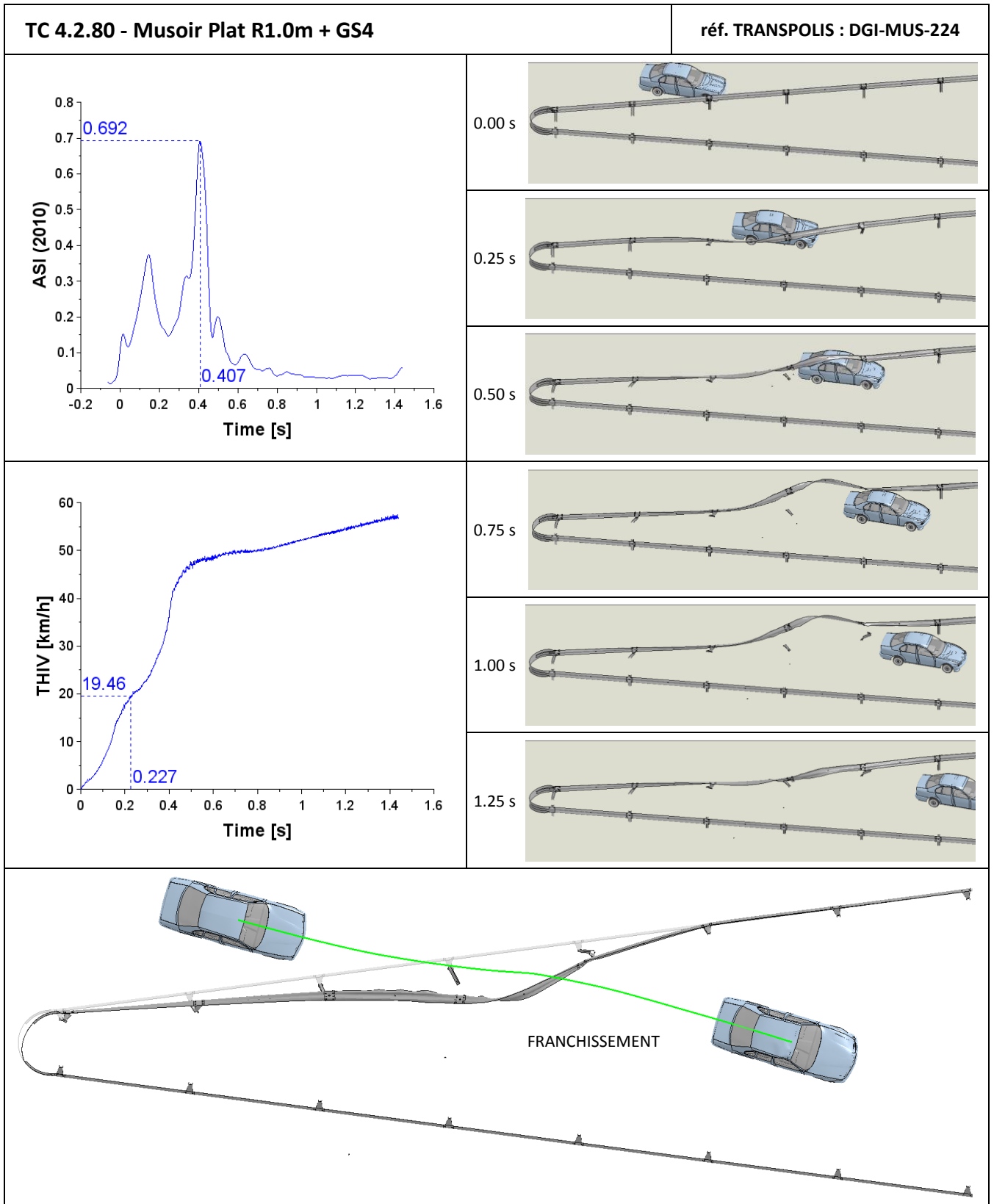
Remarques : Véhicule emprisonné par le dispositif.

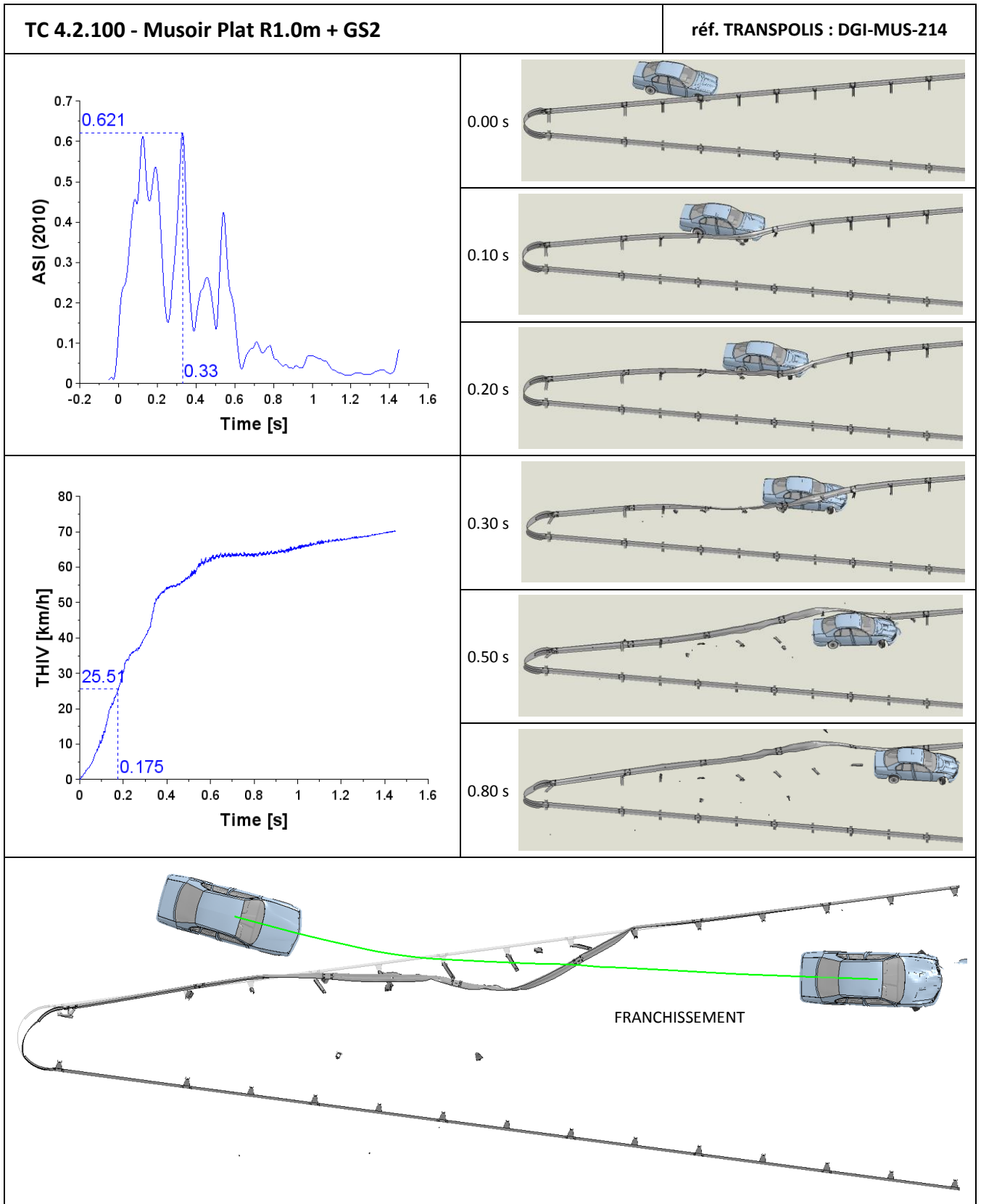


Remarques : Véhicule emprisonné par le dispositif (côté droit).

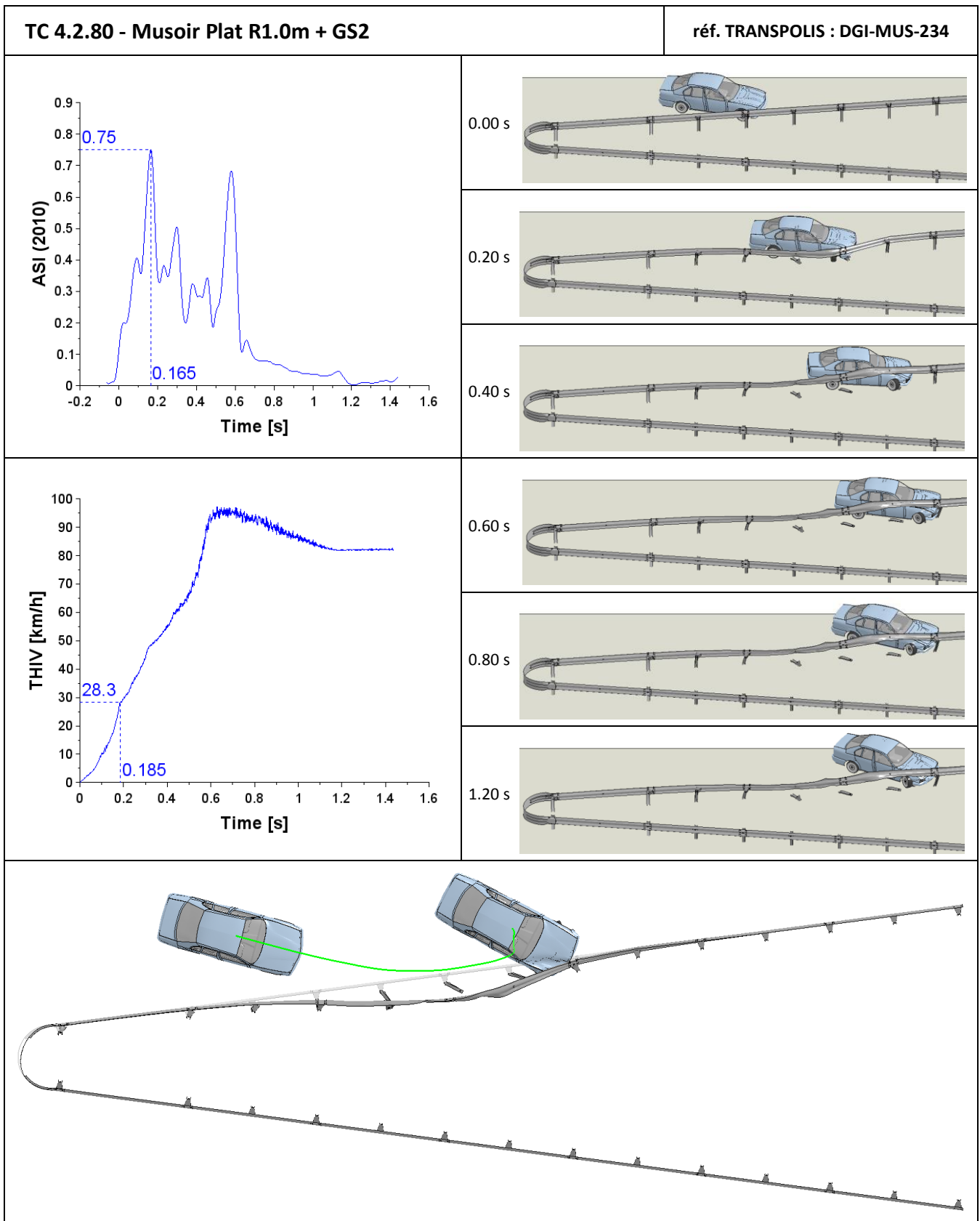


Remarques : 1 support fragile et écarteur (5.7kg) éjectés sur la chaussée droite. Véhicule emprisonné par le dispositif (côté gauche).









Remarques : 2 écarteurs (3kg) éjectés sous le véhicule.