

**8^{ème} CONGRES NATIONAL DE LA ROUTE
IFRANE, 3 ET 4 JUIN 2010**

THEME 2 : EXPLOITATION ET GESTION DES GRANDS TRAFICS

**MODELES DE HALLBERG ET DE SMEED D'ANALYSE TENDANCIELLE DES
ACCIDENTS CORPORELS DE LA CIRCULATION ROUTIERE – APPLICATION
AU CAS DU MAROC –**

Par :

**MOHAMMED BENJELLOUN
Ingénieur d'Etat Principal
Chef de la Division Exploitation
à la Direction des Routes
du Ministère de l'Equipeement et des Transports du Maroc**

1. Modèle d'analyse tendancielle de SMEED :

Durant la période 1930 - 1948, les gestionnaires des systèmes de transport routier des pays industrialisés avaient comme principal objectif la motorisation des citoyens sans se soucier d'aucune façon de l'impact de cette motorisation sur les conditions de la circulation routière, et par conséquent sur la sécurité routière. Cette période est dénommée par les experts desdits pays dans le domaine de la sécurité routière « HAPPY DRIVING PERIOD ».

En 1949, le professeur anglais SMEED a étudié la corrélation entre les nombres de véhicules, de tués et la population qui a marqué cette période sur un échantillon représentatif des pays industrialisés composé des Etats-Unis, de l'Angleterre, de la France, de l'Allemagne et de la Suède. Ainsi, Mr. SMEED a démontré la relation suivante :

$$D = 0,0003 \times (N \times P^2)^{\frac{1}{3}}$$

Où :

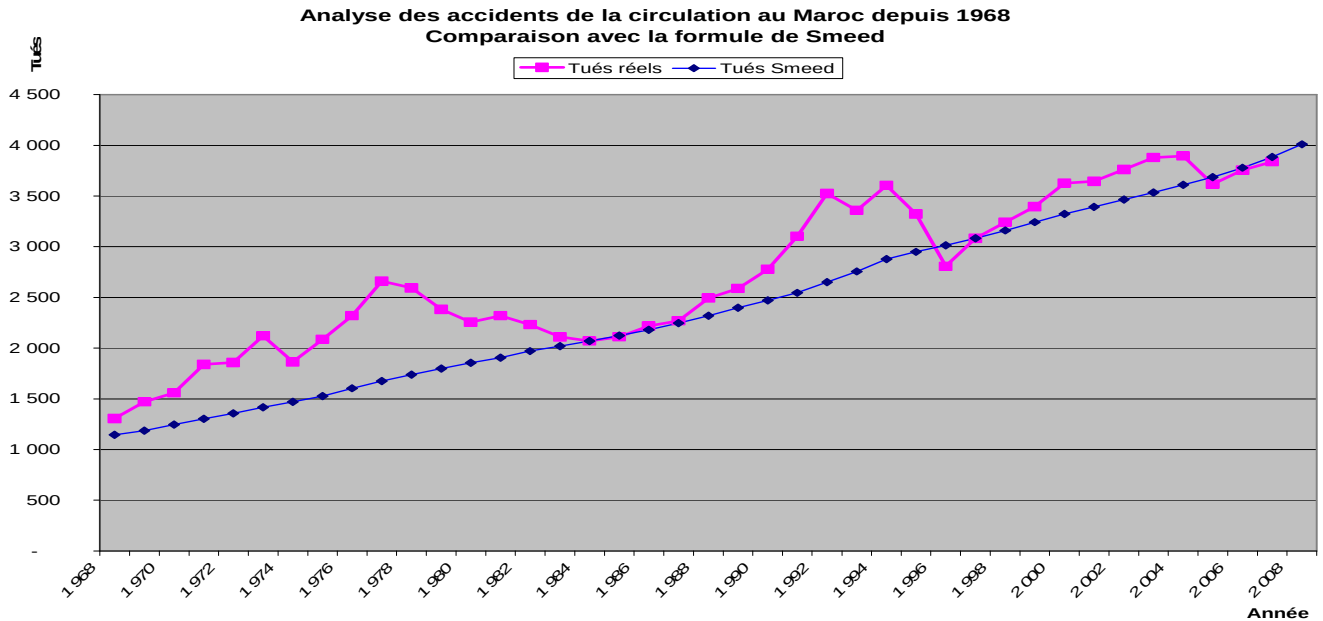
D est le nombre de tués annuel de chaque pays ;

N est le parc automobile de chaque pays ;

P est la population de chaque pays.

2. Application au cas du Maroc du modèle de SMEED :

En exploitant les données statistiques marocaines disponibles depuis 1968, nous aboutissons au graphique ci- dessous superposant les tendances réelle et théorique de notre pays issue du modèle de SMEED.



Période (1968-1977) : Le nombre de tués durant cette période a presque doublé passant de 1305 tués en 1968 à 2659 en 1977. Cela s'explique par l'augmentation rapide du parc automobile à cette époque. En effet, durant cette période, ledit parc a presque doublé, en passant de 278112 véhicules en 1968 à 540370 en 1977, soit une moyenne de 29140 nouveaux véhicules par an. Durant cette période, les pouvoirs publics marocains ne menaient aucune action spécifique visant l'amélioration de la sécurité routière. Par conséquent, elle peut être considérée comme une « HAPPY DRIVING PERIOD » au Maroc. Cependant, les nombres de tués qui y sont enregistrés dépassent ceux calculés par le modèle de SMEED ci-dessus.

Période (1978-1989) : Durant cette période, le nombre de tués n'a jamais dépassé le seuil de 2659 enregistré en 1977. Cela peut être expliqué en premier lieu par la première action phare des pouvoirs publics relative à la création du Comité National de Prévention des Accidents de la Circulation (CNPAC) en 1977. En effet, à partir de cette année, cette institution a constitué un instrument de réflexion et de gestion à même d'orienter les efforts en matière de sécurité routière et de fédérer les énergies des différents acteurs qui y interviennent. Jusqu'à 1984, le nombre annuel de tués a enregistré presque toujours des diminutions suite à ces actions qui constituaient à l'époque une révolution managériale du domaine de la circulation routière pour les usagers de la route après la « HAPPY DRIVING PERIOD » précitée. Cependant, à partir de 1985 et jusqu'à 1989, les effets des actions du CNPAC se sont estompés étant donné qu'elles n'avaient aucun caractère novateur, ce qui a entraîné les augmentations annuelles du nombre de tués qui est passé de 2071 en 1984 à 2588 en 1989. Il est important à signaler que les efforts consentis par les pouvoirs publics durant cette période ont permis à peine au nombre annuel de tués à épouser celui calculé par le modèle de SMEED entre 1984 et 1987.

Période (1990-1994) : Durant cette période, et mise à part l'année 1993 qui a enregistré une diminution du nombre de tués, ledit nombre a augmenté considérablement en passant de 2777 tués en 1990 à 3605 en 1994. Il y a lieu de préciser que l'Etat avait annoncé durant cette période l'application de nouveaux tarifs douaniers encourageant l'achat des véhicules provenant de l'étranger, ce qui a eu comme effet immédiat une augmentation rapide du parc automobile. Ces tarifs ont été appliqués à compter du 01 janvier 1995. Seule l'année 1994 a enregistré un premier record de nouveaux véhicules immatriculés au Maroc dépassant ainsi la

barre des 100 000 véhicules. Le revers de ce phénomène a été l'augmentation rapide des nombres de tués. Il est également important de signaler que l'année 1993 qui a enregistré une diminution du nombre de tués a été une année de mobilisation des pouvoirs publics autour de la sécurité routière suite au diagnostic à ce sujet diligenté par la BIRD en guise de préparation du financement du 6^{ème} Projet Routier. Ainsi, durant cette période, le nombre réel annuel de tués a dépassé largement celui calculé par le modèle de SMEED.

Période (1995-1996) : Après l'enregistrement d'un nouveau record des tués en 1994, l'Etat a provoqué une nouvelle mobilisation autour de la sécurité routière par le lancement et la mise en œuvre de la Circulaire Conjointe du 8 Septembre 1995 des Ministres de l'Intérieur, de la Justice, des Travaux Publics, des Transports et de la Santé renforçant les mesures de contrôle et de sanctions. Sur le plan organisationnel, la mise en œuvre de cette circulaire était accompagnée par la constitution des deux types de comités suivants :

- Le Comité Central de Contrôle de Transports Publics et Privés de Voyageurs et de Marchandises présidé par le Ministre d'Etat à l'Intérieur de l'époque ;
- Les Comités Préfectoraux ou Provinciaux de Vigilance présidés par les Walis ou Gouverneurs.

Cette mobilisation avait induit une chute spectaculaire du nombre annuel de tués qui est passé de 3605 en 1994 à 2807 en 1996. En cette dernière année (1996), ledit nombre a atteint pour la première fois une valeur inférieure à celle calculée selon le modèle de SMEED.

Période (1997-2003) : La sécurité routière ne figurait pas parmi les priorités inscrites à l'agenda politique du Royaume durant cette période. En effet, cette période était marquée surtout par d'autres priorités telles que l'instauration des processus et mécanismes du gouvernement d'alternance et la préparation des législatives de 2002. Cette période a observé une augmentation presque constante de l'ordre de 5% par an au niveau des tués. La moyenne des nouvelles immatriculations était de 68 000 véhicules par an, soit moins que celle enregistrée durant la période 1995-1996. A partir de 1997, le nombre de tués est revenu à son niveau habituel en dépassant la valeur calculée selon le modèle de SMEED.

Période (2004-2007) : Cette période a enregistré un renversement de la tendance ascendante du nombre de tués qui a atteint une valeur juste inférieure à celle calculée selon le modèle de SMEED à partir de 2005. Le nombre de tués n'a jamais dépassé le seuil de 3894 tués enregistré en 2004. Cela s'explique évidemment par la réussite de la mise en œuvre du Plan Stratégique Intégré d'Urgence de sécurité routière (PSIU). C'est un effort considérable qui a été consenti durant ces trois années d'autant plus que le nombre de nouvelles immatriculations durant la même période a enregistré une évolution presque exponentielle pour atteindre 137439 nouveaux véhicules immatriculés en 2007, soit une moyenne de 111000 véhicules par an. Il est important également de signaler que malgré les augmentations du nombre de tués enregistrées en 2006 et 2007, ledit nombre reste toujours juste inférieur des valeurs prédites par le modèle de SMEED, et ce bien que le nouveau code de la route représentant la composante essentielle du PSIU était toujours en cours de discussion au Parlement.

3. Modèle d'analyse tendancielle de HALLBERG :

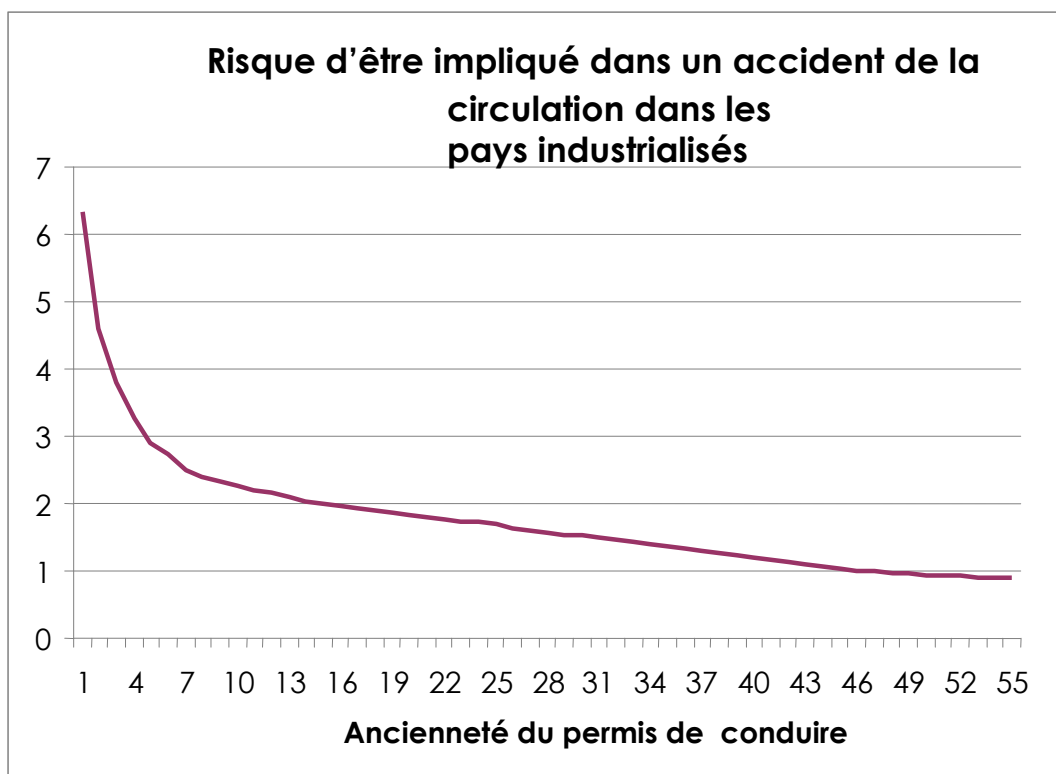
Durant les années cinquante, les pouvoirs publics des pays industrialisés devenaient de plus en plus conscients de la nécessité de concevoir et de mettre en œuvre des mesures spécifiques

visant l'amélioration de la sécurité routière dans leurs pays. De ce fait, le modèle d'analyse tendancielle de SMEED était fortement critiqué étant donné qu'il fait abstraction de tout effort desdits pouvoirs publics dans le domaine de la sécurité routière. Ainsi, le besoin de mettre en place un modèle qui tient compte des actions visant l'amélioration de la sécurité routière se faisait de plus en plus ressentir.

Afin de pallier cette lacune, le Professeur Chercheur suédois HALLBERG a mis au point un modèle d'analyse tendancielle qui répond à cette problématique en focalisant sur l'axe d'intervention phare des pouvoirs publics à l'époque dans le domaine de la sécurité routière, à savoir : la formation des conducteurs. Pour ce faire, il a exploité les données relatives aux conducteurs impliqués dans les accidents corporels de la circulation routière dans différents pays industrialisés pour déterminer la corrélation illustrée dans le graphique ci-après entre le risque d'un conducteur pour qu'il soit impliqué dans un accident corporel de la circulation routière et l'ancienneté de son permis de conduire.

Le principe de l'approche de HALLBERG est le suivant :

« Les nouveaux titulaires du permis de conduire sont plus exposés au risque des accidents de la circulation que ceux expérimentés. »



4. Application au cas du Maroc du modèle de HALLBERG :

Pour notre cas, l'état 0 est l'année 1968, c'est depuis cette année qu'on connaît officiellement le parc automobile au Maroc qui était de 278112 véhicules, et on savait déjà que 1305

personnes ont été tués durant cette année. Grâce au graphe appliqué aux pays industrialisés de HALLBERG, on peut calculer nos prédictions des tués pour les années à venir impliquant ce même nombre de véhicules (278112). Par exemple pour l'année 1969, 278112 véhicules peuvent causer la mort de 950 personnes, pour l'année 1970, 785 personnes, ainsi de suite et on obtient le tableau suivant :

1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1	0,728	0,602	0,518	0,458	0,431	0,395	0,379	0,368	0,359	0,349	0,341	0,333	0,324	0,316	0,311
1305	950,4	785,5	676,2	597,9	562,8	515,4	494,8	480,4	468,0	455,6	445,3	435,0	422,6	412,3	406,1
1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
0,305	0,300	0,295	0,291	0,286	0,281	0,276	0,272	0,267	0,261	0,254	0,250	0,245	0,240	0,235	0,231
397,9	391,7	385,5	379,3	373,2	367,0	360,8	354,6	348,4	340,2	331,9	325,7	319,5	313,4	307,2	301,0
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008							
0,224	0,220	0,215	0,210	0,204	0,199	0,194	0,188	0,183							
292,7	286,6	280,4	274,2	265,9	259,8	253,6	245,3	239,1							

Le tableau suivant présente le parc automobile et son évolution depuis l'année 1968 :

L'année	Parc automobile	Nouvelles immatriculations
1968	278 112	278 112
1969	292 661	14 549
1970	321 029	28 368
1971	347 438	26 409
1972	373 169	25 731
1973	402 970	29 801
1974	426 402	23 432
1975	453 737	27 335
1976	497 966	44 229
1977	540 370	42 404
1978	572 863	32 493
1979	602 655	29 792
1980	629 747	27 092
1981	652 167	22 420
1982	679 500	27 333
1983	703 600	24 100
1984	723 800	20 200
1985	748 429	24 629
1986	774 960	26 531
1987	812 129	37 169
1988	857 445	45 316
1989	910 457	53 012
1990	955 843	45 386
1991	1 006 675	50 832
1992	1 096 947	90 272
1993	1 187 994	91 047
1994	1 297 358	109 364
1995	1 359 680	62 322
1996	1 404 465	44 785
1997	1 458 449	53 984

1998	1 524 339	65 890
1999	1 600 892	76 553
2000	1 675 457	74 565
2001	1 740 178	64 721
2002	1 807 597	67 419
2003	1 874 869	67 272
2004	1 950 802	75 933
2005	2 036 329	85 527
2006	2 146 621	110 292
2007	2 284 060	137 439
2008	2 430 060	146 000

Le même principe de calcul d'HALLBERG se fait pour les années suivantes mais en tenant compte seulement des nouvelles immatriculations car pour la première année 1968, le calcul s'est fait sur l'ensemble du parc automobile.

Dans tous les cas, il ne faut jamais dépasser dans ces prédictions de calcul les 55 ans d'expérience de conduite, car en principe après l'âge de 75 ans, la personne est déclarée inapte à la conduite.

Le calcul se fait selon une matrice carrée de dimension 41 (1968-2008 : 41 années) :

1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1	0,728	0,602	0,518	0,458	0,431	0,395	0,379	0,368	0,359	0,349	0,341	0,333	0,324	0,316	0,311
1305	950,4	785,5	676,2	597,9	562,8	515,4	494,8	480,4	468,0	455,6	445,3	435,0	422,6	412,3	406,1
	68,3	49,7	41,1	35,4	31,3	29,4	27,0	25,9	25,1	24,5	23,8	23,3	22,8	22,1	21,6
		133,1	96,9	80,1	69,0	61,0	57,4	52,6	50,5	49,0	47,7	46,5	45,4	44,4	43,1
			123,9	90,2	74,6	64,2	56,8	53,4	48,9	47,0	45,6	44,4	43,3	42,3	41,3
				120,7	87,9	72,7	62,6	55,3	52,1	47,7	45,8	44,4	43,3	42,2	41,2
					139,8	101,8	84,2	72,5	64,1	60,3	55,2	53,0	51,5	50,1	48,8
						110,0	80,1	66,2	57,0	50,4	47,4	43,4	41,7	40,5	39,4
							128,3	93,4	77,2	66,5	58,8	55,3	50,7	48,6	47,2
								207,5	151,1	124,9	107,5	95,1	89,5	82,0	78,7
									199,0	144,9	119,8	103,1	91,2	85,8	78,6
										152,5	111,0	91,8	79,0	69,9	65,8
											139,8	101,8	84,1	72,4	64,0
												127,1	92,6	76,5	65,9
													105,2	76,6	63,3
														128,3	93,4
															113,1

Suite

1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
0,305	0,300	0,295	0,291	0,286	0,281	0,276	0,272	0,267	0,261	0,254	0,250	0,245	0,240	0,235	0,231
397,9	391,7	385,5	379,3	373,2	367,0	360,8	354,6	348,4	340,2	331,9	325,7	319,5	313,4	307,2	301,0
21,2	20,8	20,5	20,2	19,8	19,5	19,2	18,9	18,6	18,2	17,8	17,4	17,0	16,7	16,4	16,1
42,1	41,4	40,6	40,0	39,3	38,7	38,1	37,4	36,8	36,2	35,5	34,7	33,9	33,2	32,6	32,0
40,1	39,2	38,6	37,8	37,2	36,6	36,0	35,4	34,8	34,3	33,7	33,1	32,3	31,5	30,9	30,3
40,2	39,1	38,1	37,6	36,8	36,2	35,7	35,1	34,5	34,0	33,4	32,8	32,2	31,5	30,7	30,1
47,7	46,6	45,3	44,2	43,5	42,6	42,0	41,3	40,6	40,0	39,3	38,7	38,0	37,3	36,5	35,6
38,4	37,5	36,7	35,6	34,7	34,2	33,5	33,0	32,5	32,0	31,4	30,9	30,4	29,9	29,4	28,7
46,0	44,8	43,8	42,8	41,5	40,5	39,9	39,1	38,5	37,9	37,3	36,7	36,1	35,5	34,9	34,2

76,4	74,4	72,5	70,8	69,2	67,2	65,6	64,6	63,3	62,3	61,3	60,3	59,3	58,4	57,4	56,4
75,4	73,2	71,4	69,5	67,9	66,3	64,4	62,9	61,9	60,7	59,7	58,8	57,8	56,9	56,0	55,0
60,2	57,8	56,1	54,7	53,2	52,0	50,8	49,4	48,2	47,5	46,5	45,8	45,0	44,3	43,6	42,9
60,3	55,2	53,0	51,5	50,1	48,8	47,7	46,6	45,3	44,2	43,5	42,6	42,0	41,3	40,6	40,0
58,2	54,8	50,2	48,2	46,8	45,6	44,4	43,4	42,4	41,2	40,2	39,6	38,8	38,2	37,6	37,0
54,5	48,2	45,4	41,5	39,9	38,7	37,7	36,7	35,9	35,1	34,1	33,2	32,7	32,1	31,6	31,1
77,2	66,5	58,8	55,3	50,7	48,6	47,2	46,0	44,8	43,8	42,8	41,5	40,5	39,9	39,1	38,5
82,4	68,1	58,6	51,8	48,8	44,7	42,9	41,6	40,6	39,5	38,6	37,7	36,6	35,7	35,2	34,5
94,8	69,0	57,1	49,1	43,4	40,9	37,4	35,9	34,9	34,0	33,1	32,3	31,6	30,7	29,9	29,5
	115,6	84,2	69,6	59,9	52,9	49,8	45,6	43,8	42,5	41,4	40,3	39,4	38,5	37,4	36,5
		124,5	90,7	74,9	64,5	57,0	53,7	49,2	47,2	45,8	44,6	43,5	42,5	41,5	40,3
			174,4	127,0	105,0	90,4	79,9	75,2	68,9	66,1	64,2	62,5	60,9	59,5	58,1
				212,6	154,9	128,0	110,2	97,4	91,7	84,0	80,6	78,3	76,3	74,2	72,6
					248,8	181,2	149,7	128,9	114,0	107,3	98,2	94,3	91,6	89,2	86,8
						213,0	155,1	128,2	110,4	97,6	91,8	84,1	80,7	78,4	76,4
							238,5	173,7	143,6	123,6	109,3	102,9	94,2	90,4	87,8
								423,6	308,5	255,0	219,5	194,1	182,7	167,3	160,6
									427,2	311,1	257,1	221,4	195,7	184,3	168,7
										513,2	373,7	308,9	265,9	235,1	221,3
											292,4	213,0	176,0	151,5	134,0
												210,1	153,0	126,5	108,9
													253,3	184,5	152,5
														309,2	225,2
															359,2

Suite et fin

2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0,224	0,220	0,215	0,210	0,204	0,199	0,194	0,188	0,183
292,7	286,6	280,4	274,2	265,9	259,8	253,6	245,3	239,1
15,7	15,3	15,0	14,7	14,3	13,9	13,6	13,3	12,8
31,3	30,7	29,9	29,2	28,6	28,0	27,1	26,5	25,9
29,8	29,2	28,6	27,8	27,2	26,6	26,0	25,3	24,7
29,6	29,0	28,4	27,8	27,1	26,5	25,9	25,4	24,6
34,9	34,2	33,6	32,9	32,3	31,4	30,7	30,0	29,4
28,0	27,4	26,9	26,4	25,9	25,4	24,7	24,1	23,6
33,4	32,6	32,0	31,4	30,8	30,2	29,6	28,8	28,2
55,4	54,1	52,8	51,8	50,8	49,8	48,9	47,9	46,6
54,1	53,1	51,9	50,6	49,7	48,7	47,8	46,8	45,9
42,2	41,4	40,7	39,7	38,8	38,1	37,3	36,6	35,9
39,3	38,6	38,0	37,3	36,4	35,6	34,9	34,2	33,6
36,4	35,7	35,1	34,5	33,9	33,1	32,3	31,7	31,1
30,6	30,1	29,6	29,1	28,6	28,1	27,4	26,8	26,3
37,9	37,3	36,7	36,1	35,5	34,9	34,2	33,4	32,6
33,9	33,4	32,9	32,3	31,8	31,3	30,7	30,2	29,5
28,9	28,5	28,0	27,6	27,1	26,7	26,2	25,8	25,3
36,0	35,2	34,7	34,1	33,6	33,0	32,5	32,0	31,4
39,3	38,7	38,0	37,4	36,8	36,2	35,6	35,0	34,4
56,5	55,1	54,3	53,2	52,4	51,5	50,7	49,9	49,0
70,9	68,9	67,2	66,2	64,8	63,8	62,8	61,8	60,8
84,9	82,9	80,6	78,6	77,4	75,8	74,7	73,5	72,3
74,4	72,7	71,0	69,0	67,3	66,3	64,9	63,9	62,9
85,5	83,3	81,4	79,5	77,2	75,4	74,2	72,7	71,6
155,9	151,9	147,9	144,5	141,2	137,2	133,8	131,8	129,2

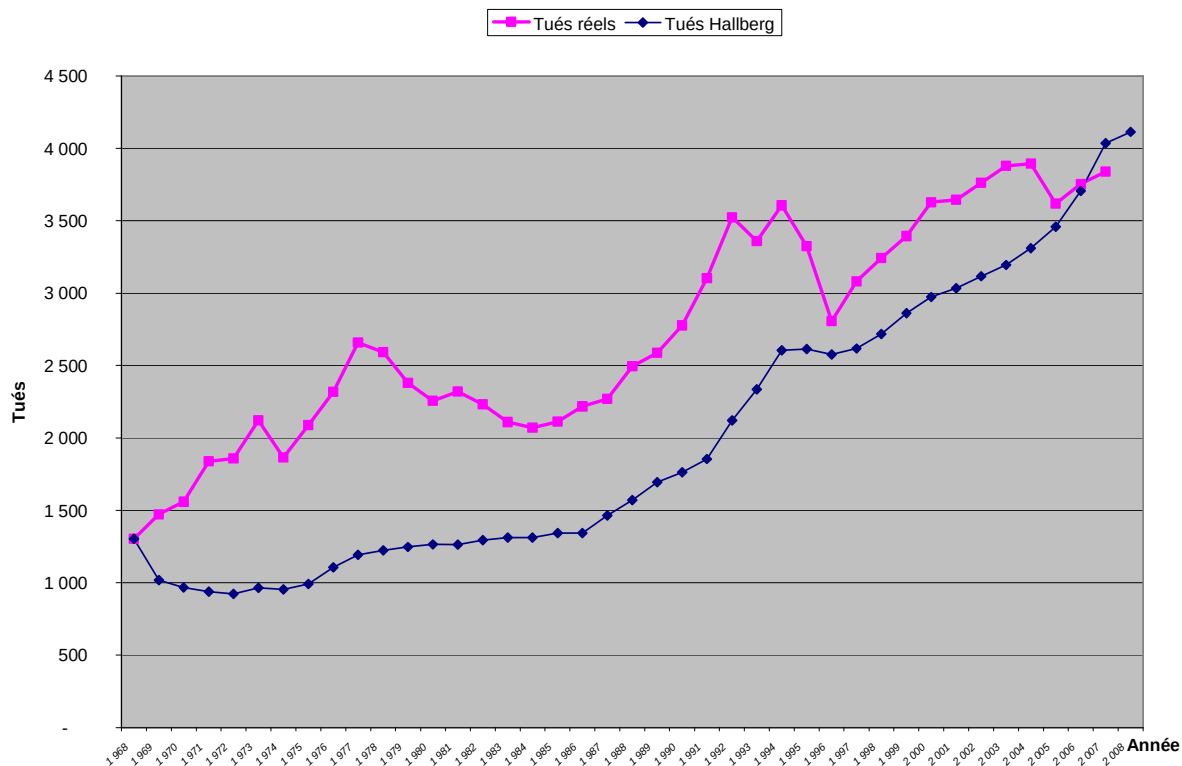
162,0	157,3	153,2	149,2	145,8	142,4	138,4	135,0	133,0
202,7	194,6	188,9	184,0	179,2	175,1	171,1	166,2	162,1
126,1	115,5	110,9	107,6	104,9	102,1	99,8	97,5	94,7
96,3	90,6	83,0	79,7	77,4	75,4	73,4	71,7	70,0
131,3	116,1	109,2	100,0	96,0	93,2	90,8	88,4	86,4
186,1	160,2	141,6	133,3	122,1	117,2	113,8	110,9	107,9
261,6	216,2	186,1	164,6	154,9	141,9	136,2	132,2	128,8
349,9	254,8	210,6	181,3	160,3	150,9	138,2	132,7	128,8
	303,7	221,2	182,8	157,4	139,1	131,0	119,9	115,1
		316,4	230,4	190,4	163,9	144,9	136,4	124,9
			315,7	229,9	190,0	163,6	144,6	136,1
				356,3	259,5	214,5	184,6	163,2
					401,3	292,3	241,6	208,0
						517,5	376,9	311,5
							644,9	469,7
								685,1

Résultat : Le calcul des prédictions de HALLBERG se fait sur la somme de chaque colonne, c'est ainsi que pour l'année 1969, le nombre de tués est égal à $950,4+68,3 = 1019$ tués, pour 1970, le nombre est égal à $785,5+49,7+133,1 = 968$ tués, pour 1971, le nombre est égal à $676,2+41,1+96,9+123,9 = 938$ tués, ...etc.

Ainsi, les prédictions du nombre de tués pour les années 2007 et 2008 selon ce modèle donnent les résultats suivants :

- 4036 tués pour 2007 ;
- 4352 tués pour 2008.

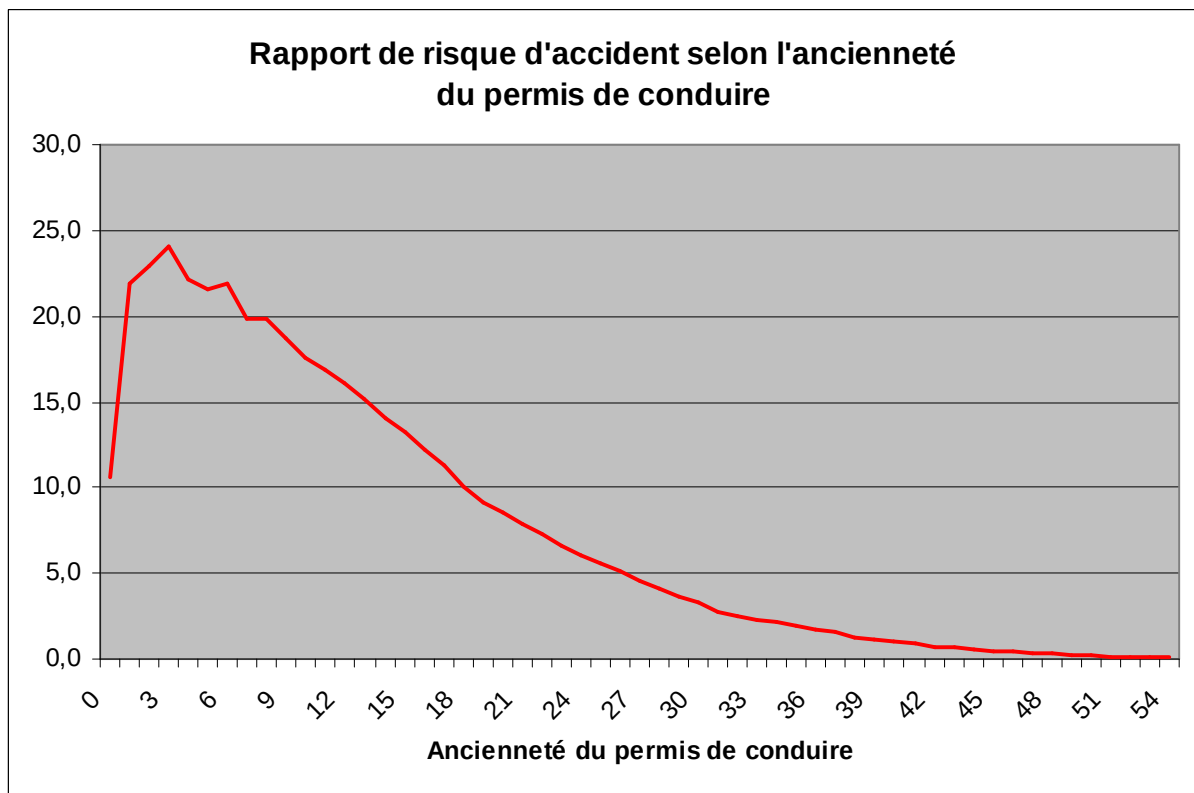
Le graphe suivant présente l'évolution des tués dans les accidents de la circulation au Maroc depuis 1968 avec la représentation graphique sur la même figure des résultats de calcul de prédiction selon le modèle de HALLBERG :



D'après ce graphe, le nombre de tués réels n'a jamais été inférieur à celui du modèle de HALLBERG sauf pour l'année 2007.

A signaler qu'à l'instar des hypothèses de calcul adoptées au niveau international, les nouveaux véhicules immatriculés ont été considérés comme conduits par des nouveaux conducteurs, ce qui de notre avis reste discutable.

Par ailleurs, l'analyse des données disponibles auprès de la Direction des Routes (DR) pour la période allant de l'année 1989 à l'année 2007, a bien démontré l'approche de HALLBERG. Une requête sur l'application informatique disponible a permis de faire ressortir le nombre d'accidents corporels impliquant les conducteurs ayant moins d'un an d'ancienneté du permis de conduire jusqu'au nombre d'accidents impliquant les conducteurs ayant plus de 55 ans d'ancienneté du permis de conduire. Cela a donné le graphe suivant :



Pour le cas du Maroc, les nouveaux titulaires du permis de conduire sont 10 fois plus exposés aux accidents de la circulation que ceux ayant plus de 40 ans d'expérience de conduite ; ils deviennent plus dangereux après validation de leurs permis puisque le risque passe à plus de 20. En effet, plusieurs novices préfèrent ne pas conduire durant leur première année pour ne pas perdre leurs permis en cas d'accident. Cependant, le record est tenu par les titulaires des permis de conduire ayant entre 3 et 4 ans d'ancienneté du permis de conduire. Ces derniers sont 24 fois plus exposés aux accidents de la circulation que ceux ayant plus de 40 ans d'expérience de conduite.

Le calcul de prédiction des nombres de tués selon le modèle de HALLBERG peut être également conduit en utilisant le graphique ci- dessus spécifique au cas marocain.