

COURS
THÉORIE DE LA CIRCULATION
CIV6705

L'USAGER DE LA ROUTE
(Recueil des acétates utilisées)

par:

K. Baass

Attention: Il n'est pas suffisant de consulter ces acétates. Elles ne remplacent pas les cours et les références bibliographiques choisies pour le cours.

Janvier 2004

Table des matières

3.1. Introduction

3.2. Vision

3.3. Audition

3.4. Équilibre

3.5. Odorat, sensibilité thermique et toucher

3.6. Processus de perception-réaction

3.7. Attentes du conducteur

3.8. Hauteur des yeux

3.9. Valeurs normalisées associées au conducteur

3.1 Introduction

A) Généralités

Pour une étude approfondie de la circulation, il faut se préoccuper de l'usager de la route dans toutes ses fonctions.

↪ **Il y a plusieurs usagers de la route :**

- conducteur**
- cycliste**
- piéton**

↪ **L'usager de la route est à la fois :**

- l'objet**
- le mobile**
- l'opérateur du système**

↪ **Ses caractéristiques physiques, psychiques et intellectuelles interviennent dans la conception des :**

- automobiles, ascenseurs, trottoirs**
- routes**
- systèmes de commande (*signalisation, feux,...*)**

↪ **La conception et les réalisations devraient être sécuritaires pour des :**

- enfants - personnes âgées**
- personnes en santé - handicapées**
- personnes lentes - rapides**
- bons conducteurs - mauvais conducteurs**

- ↪ **Beaucoup de variations dans les caractéristiques :**
 - ❑ **entre les conducteurs (âge, taille, ...)**
 - ❑ **pour un conducteur donné (fatigue, attentes...)**
- ↪ **Certaines caractéristiques sont mesurables et peuvent entrer directement dans les méthodes de conception (acuité visuelle, temps de réaction)**
- ↪ **D'autres sont difficilement quantifiables (aptitudes physiques, psychologiques, ...)**
- ↪ **Quels critères utiliser pour la conception?**
 - ❑ **Moyennes inacceptables**
 - ❑ **Utilise le 85%**
 - ❑ **Utiliser 95% (proposition GROUPE DE TRAVAIL NATIONAL SUR POSITIVE GUIDANCE U.S.A. 1990)**
- ↪ **La conduite est une tâche très complexe**
 - Le conducteur moyen est confronté à :**
 - ❑ **10 évènements ou + (route et circulation) par seconde**
 - ❑ **2 observations ou plus par seconde**
 - ❑ **30 à 120 actions par minutes**
 - ❑ **au moins une erreur par 2 minutes**
 - ❑ **une situation dangereuse par 1 ou 2 heures**
 - ❑ **une presque-collision 1 ou 2 fois par mois**
 - ❑ **une collision tous les 6 ans**
 - ❑ **une blessure par 40 ans de conduite**
 - ❑ **un accident mortel tous les 1600 ans de conduite**

Pendant sa vie le conducteur moyen va :

- ❑ **dépasser 15 000 véhicules sur route 2 voies 2 sens**
- ❑ **dépasser 50 000 véhicules sur autoroute**
- ❑ **traverser 1 000 000 de carrefours**

B) Caractéristiques du conducteur

↪ Caractéristiques physiques et psychiques ↪ attentes du conducteur	impact sur sécurité routière	contraintes à satisfaire pour assurer une conduite sécuritaire et efficace
--	-------------------------------------	---

↪ **Caractéristiques physiques et psychiques considérées = aptitudes principales nécessaires à la conduite d'un véhicule :**

- ❑ **Aptitudes sensorielles (vision, audition,...)**
- ❑ **Aptitudes physiques (temps de réaction...)**
- ❑ **Facteurs psychiques et sociaux**
- ❑ **Facteurs médicaux (maladie, fatigue...)**

↪ **Aptitudes sensorielles sont très importantes :**

Données extérieures captées par organes sensoriels

↪ **transmettent au cerveau une sensation**

↪ **qu'il change en perception**

↪ **avant d'élaborer une décision.**

B) Caractéristiques...Aptitudes sensorielles (suite)

Ordre d'importance des aptitudes sensorielles dans la conduite d'un véhicule :

- 1- vision (>90%)
- 2- kinesthésie
- 3- équilibration
- 4- audition
- 5- odorat
- 6- sensibilité thermique
- 7- tact

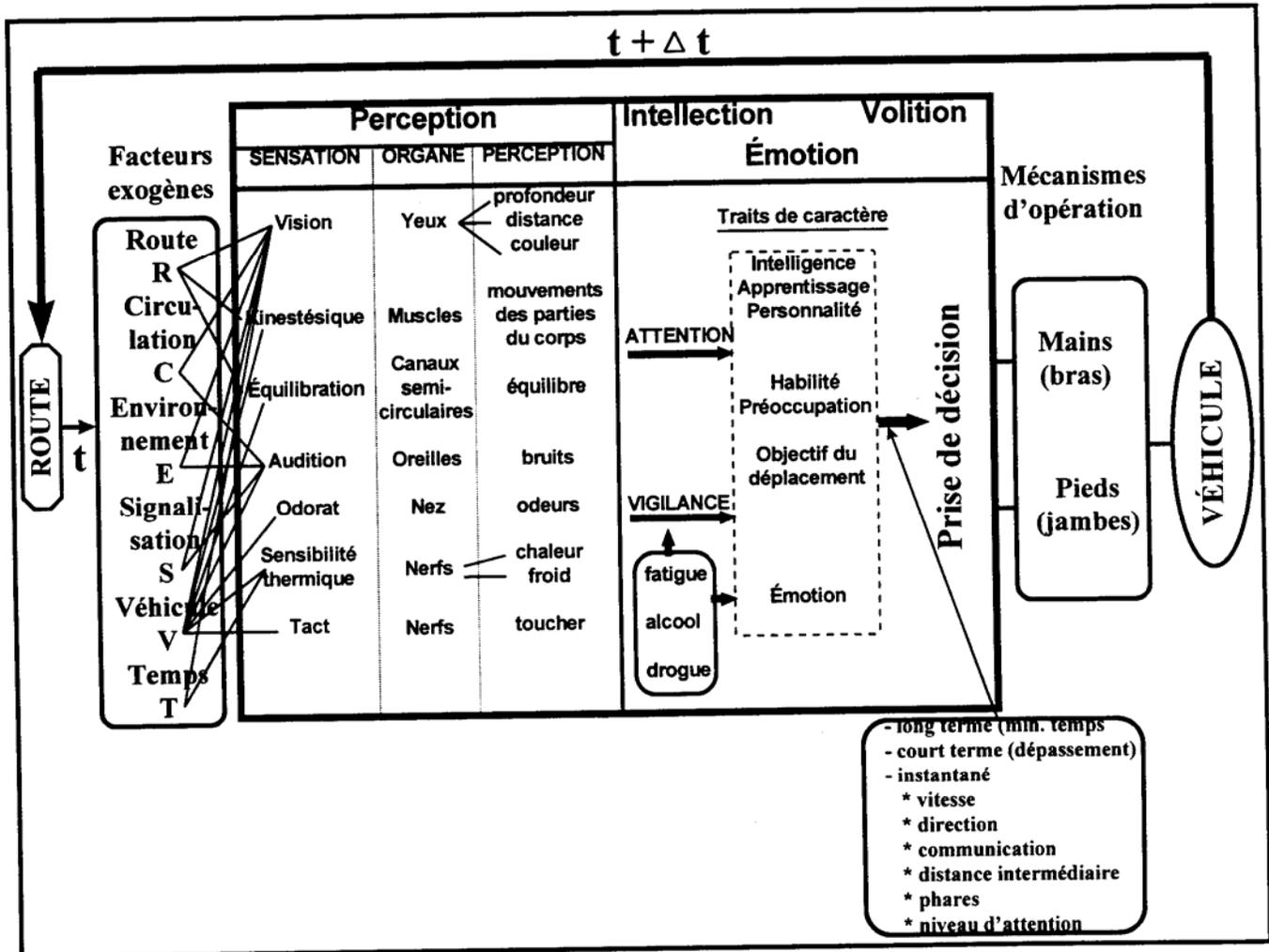


Figure 3.1 : processus d'interrelation Route-Conducteur-Véhicule

↳ **Les yeux fournissent au conducteur 90% de l'information nécessaire.**

↳ **Les éléments importants pour la conduite :**

- Acuité visuelle**
- Champ visuel**
- Perception de profondeur**
- Perception des couleurs**
- Perception de nuit**

↳ **Le tableau 3.1 donne les caractéristiques visuelles qui servent à la conduite et certaines tâches reliées.**

Tableau 3.1: Caractéristiques de la vision et tâches de conduite

CARACTÉRISTIQUE	DÉFINITION	TÂCHE DE CONDUITE
1- ACCOMMODATION	<i>Focalisation à distance et à vitesse variables</i>	Regarder le tableau de bord et ensuite la route
2- ACUITÉ STATIQUE	<i>Habilité à voir les détails clairement</i>	Lire des panneaux de signalisation au loin
3- ACUITÉ DYNAMIQUE	<i>Habilité à voir clairement des objets en mouvement relatif avec le conducteur</i>	Lire la signalisation en mouvement
4- ADAPTATION	<i>Habilité à s'ajuster aux modifications de luminosité</i>	Entrer dans un tunnel le jour
5- MOUVEMENT ANGULAIRE	<i>Habilité à voir les objets en mouvement dans le champ visuel</i>	Estimer la vitesse des véhicules traversant la route
6- MOUVEMENT EN PROFONDEUR	<i>Habilité à percevoir un changement de grandeur de l'image sur la rétine à mesure que l'objet change sa distance avec le conducteur</i>	Estimer la vitesse d'un véhicule qui s'approche
7- VISION DES COULEURS	<i>Habilité à distinguer les couleurs correctement</i>	Identification des couleurs de la signalisation
8- SENSIBILITÉ AUX CONTRASTES	<i>Habilité à percevoir les objets qui ressortent peu de leur environnement</i>	Détection d'un piéton avec vêtement foncé la nuit
9- PERCEPTION DE PROFONDEUR	<i>Habilité à bien évaluer les distances</i>	Dépasser sur une route à 2 voies avec circulation dans le sens opposé
10- MOUVEMENTS OCULAIRES	<i>Habilité à poursuivre des yeux un objet en mouvement</i>	Visionnement de l'environnement routier pour détecter les dangers
11- RÉSISTANCE À L'ÉBLOUISSEMENT	<i>Habilité à résister aux effets de l'éblouissement et à récupérer vite</i>	Réduction de la performance visuelle à cause de l'éclat aveuglant des phares
12- VISION PÉRIPHÉRIQUE	<i>Habilité à détecter les objets en bordures du champ de vision</i>	Voir une bicyclette approcher par la gauche

(Source : Traffic Engineering Handbook, 1992)

↪ **Le vieillissement réduit les capacités visuelles (à partir de 40 ans)**

↪ **Tests de dépistage pour mesurer :**

- Acuité visuelle**
- Champ visuel**
- Stéréoscopie**
- Vision des couleurs**
- Vision nocturne**

↪ **SAAQ exerce un contrôle :**

- Voiture p : examen médical à 75 et 80 et aux 2 ans par la suite**
- Classes 1 à 4 : à 45, 55, 60, 65 ans et aux 2 ans par la suite**

B) Acuité visuelle : (élément le plus important)

Définition : c'est l'aptitude à distinguer nettement les détails des objets vus d'une certaine distance.

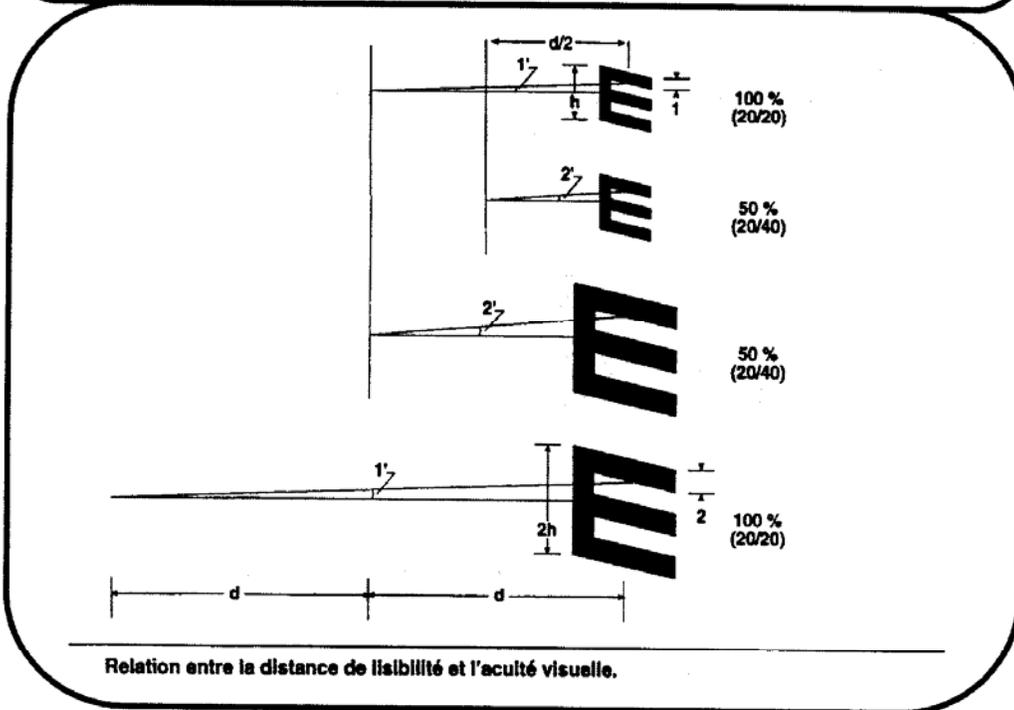
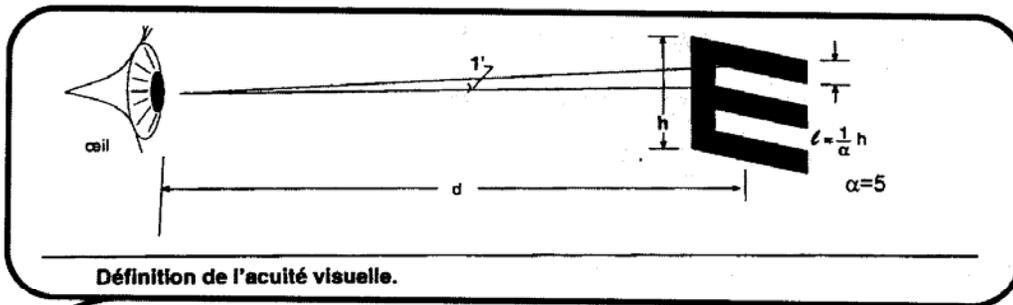
La rétine est pourvue de 2 types de cellules visuelles photosensibles

{

- Les cônes qui réagissent aux fortes intensités lumineuses et sont sensibles aux variations de couleurs**
- Les bâtonnets qui ne fonctionnent qu'aux faibles intensités lumineuses**

On distingue 2 sortes d'acuité visuelle :

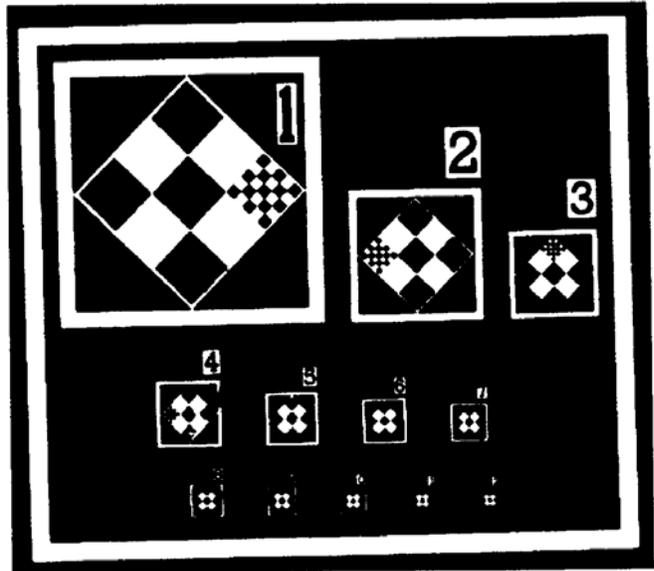
- a) **statique**
 - ↗ **luminance arrière plan**
 - ⇒ **contraste**
 - ↘ **temps**



- b) **dynamique**
 - ↗ **détecter les objets en mouvement**
 - ⇒ **perception de profondeur**
 - ↘ **récupération après éblouissement**

B) Acuité visuelle (suite)

- ↪ mesurée selon l'échelle de Snellen (Schémas et Tableau 3.2)
- ↪ diminue la nuit (passe de 20/20 à 20/35)
- ↪ pas la même sur tout le champ visuel (voir C))
- ↪ détermine position des panneaux, hauteur des lettres. marquage...
- ↪ myopie, hypermétropie: *pas danger si corrigée*



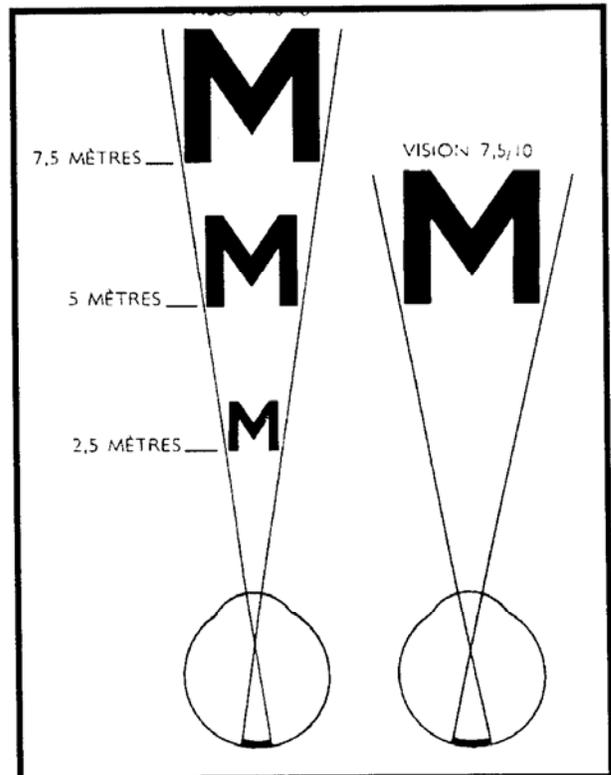
Optomètre

20/20 si distingue 10 damiers sur 12
 20/17 si distingue 12 damiers sur 12
 20/60 si distingue 3 damiers sur 12

M	Z	v = 0,1			
P	A	E	v = 0,15		
H	O	B	v = 0,2		
T	P	L	N	v = 0,3	
F	V	O	D	v = 0,4	
B	X	U	E	v = 0,5	
H	A	C	N	T	v = 0,6
E	D	V	O	P	v = 0,7
L	B	H	C	F	v = 0,8
O	E	A	L	Z	v = 0,9
F	V	C	T	N	v = 1
T	O	L	E	C	v = 1,25

LE TABLEAU D'ACUITÉ VISUELLE

- 10/10 si on peut lire 10 premières lignes à 5m du tableau
- moins de 9 lignes a besoin de lunettes



Vision 7,5/10 si lit à 5m les lettres qu'une personne normale (10/10) lit à 7,5m

Tableau 3.2 (Source : K. Baass 1995)

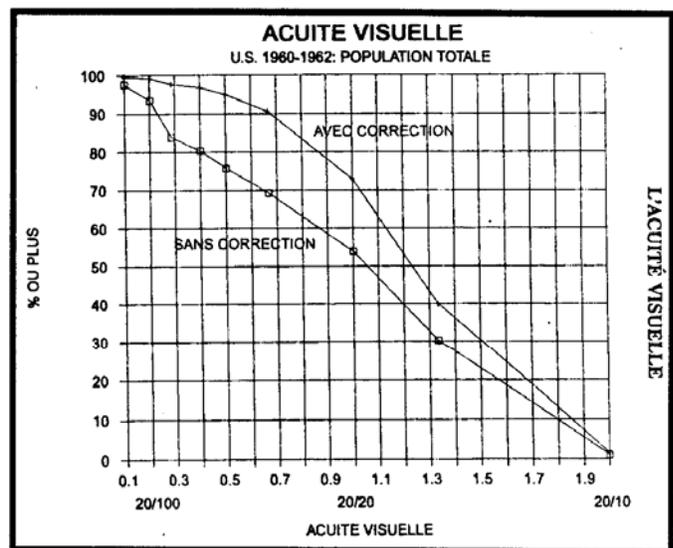
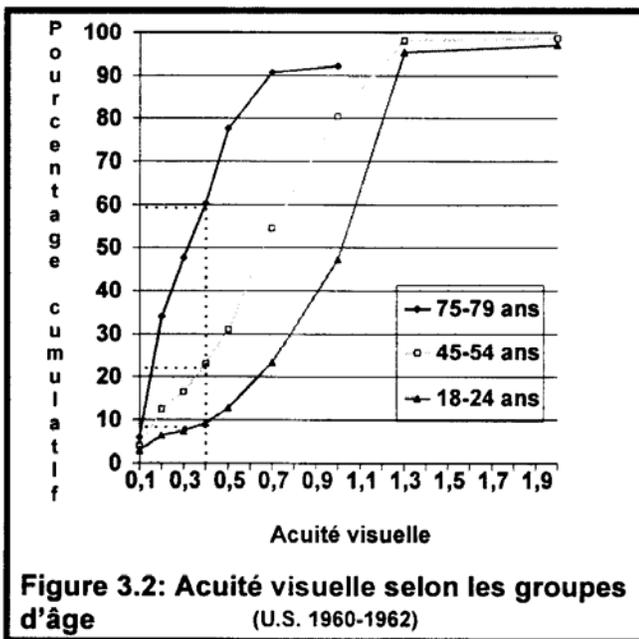
Équivalence entre différents systèmes de mesure			
Notation de Snellen		Angle visuel (minutes)	Notation décimale
métrique	anglais		
6/3	20/10	0,50	2
6/4,5	20/15	0,75	1,33
6/6	20/20	1	1
6/12	20/40	2	0,5
6/15	20/50	2,5	0,4
6/18	20/60	3	0,33
6/30	20/100	5	0,2

↳ exigences minimales :

- en France ⇒ 8/10
- aux USA ⇒ 20/40
- au Québec ⇒ 6/15

↳ diminue avec l'âge (Fig. 3.2)

↳ varie selon population (Fig. 3.3)



C) Champs visuels

↪ **champ de chaque œil** } **horizontal 150°**
vision binoculaire (120°) où champs
des 2 yeux se recouvrent (Fig. 3.3) **vertical 140°**

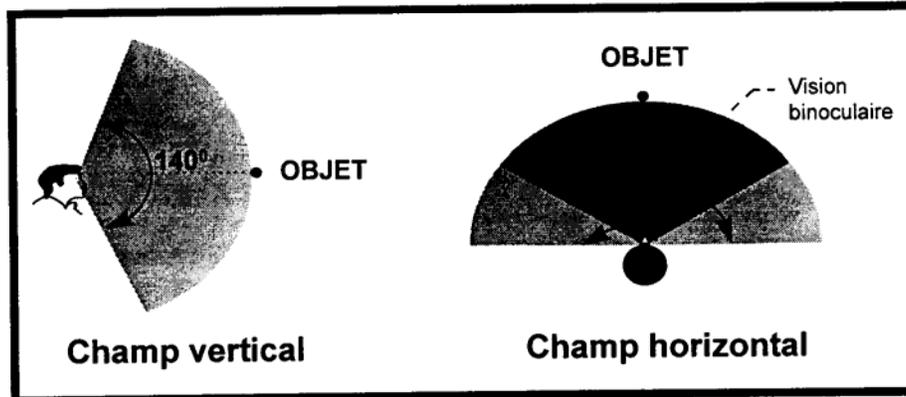


Figure 3.3 : Champs visuels

↪ **mouvement normal des yeux : 15° de chaque côté de l'axe de la route**

↪ **acuité visuelle varie dans le champ (Fig. 3.4)**

- ❑ **vision est très nette dans un cône d'environ 3° (dans le plan vertical, l'angle de vision très nette n'est que 1/2 ou 2/3 de la valeur du plan horizontal)**
- ❑ **en dehors de 10°, perception sans détail ni couleur**
- ❑ **au-delà de 12° l'acuité tombe à 1/3 du max. de l'œil**

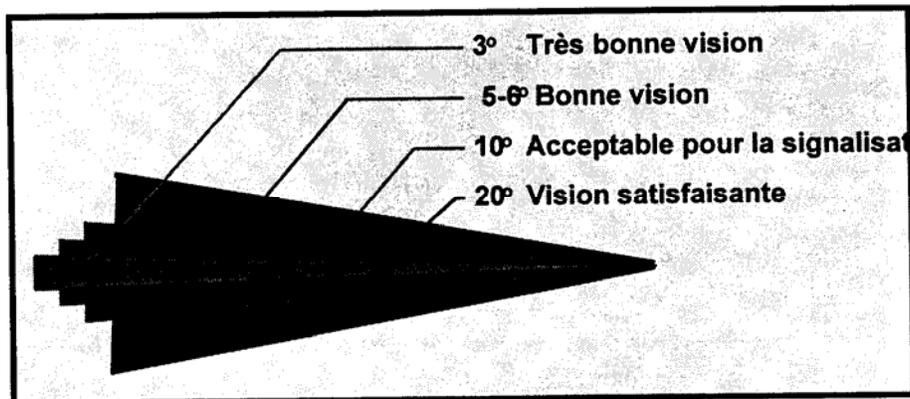
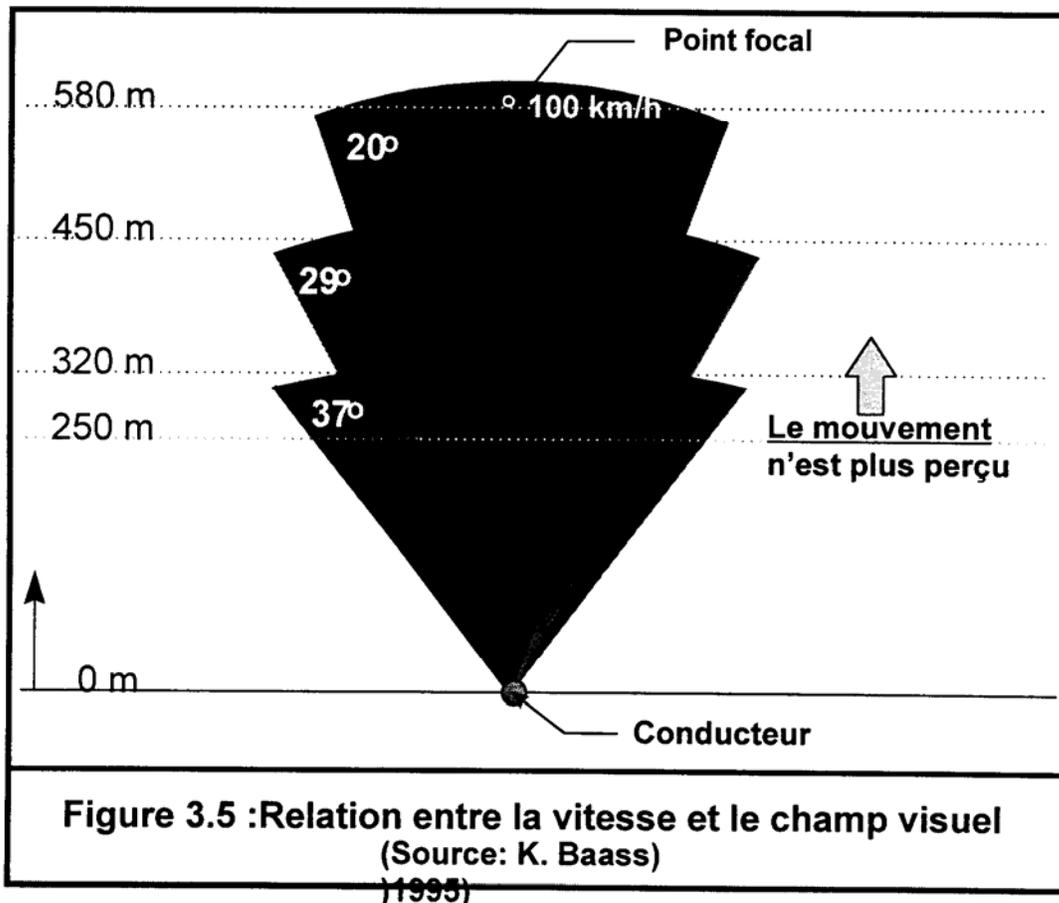


Figure 3.4 : Cônes de vision

- ↪ dans le champ périphérique, ni formes, ni couleurs, mais détection du mouvement (*important aux carrefours, dépassements...*)
- ↪ plus d'accidents pour ceux avec champ visuel restreint
- ↪ le cône de vision se rétrécit avec la vitesse et la mise au foyer se fait sur un plan plus éloigné (Fig.3.5)

$D_{\text{distance du point focal (m)}} = 6,35v_{\text{vitesse (km/h)}} - 60,96$ (formule obtenue expérimentalement)

- Vitesse ↑ acuité visuelle ↓ et détails de l'avant plan deviennent flous.
- À 60km/h, 25m point le plus rapproché où la vision est claire, à 100km/h c'est 35m et la vision adéquate se trouve donc dans un cône de 40° entre 35 et 580m.
- Au delà de 100km/h, vision tunnel



D) Perception de profondeur (vision stéréoscopique)

- ↪ important pour
 - estimer vitesses et distances
 - manoeuvres (dépassement, freinage, stationnement, reculer...)

- ↪ œil mal équipé pour évaluer
 - vitesses
 - tailles
 - distances réelles (même conducteurs entraînés font erreurs d'estimation de $\pm 50\%$)
 - accélérations

- ↪ cette faiblesse d'évaluation compensée par
 - dimension relative des objets
 - parallaxe
 - ombres
 - précision des détails
 - contrastes
 - expérience de conduite

↪ le temps pour fixer un objet est important

Élément	Temps (sec)
Regarder à gauche	0,15 à 0,33
Fixer à gauche	0,1 à 0,3
Regarder à droite	0,15 à 0,33
Fixer à droite	0,1 à 0,3
S'il y a une auto, obtention de la vision stéréoscopique	0,3 à 0,5
TOTAL	0,8 à 1,8

(Réf. ITE 1982)

E) Perception des couleurs (Vision chromatique)

↪ Les bâtonnets et les cônes sont les éléments qui permettent de percevoir les couleurs d'une longueur d'ondes d'environ 400 à 700 millimicrons

↪ Oeil plus sensible aux combinaisons Noir/Blanc et Noir/Jaune

(Fig. 3.6)

↪ Jaune, couleur la mieux perçue, choisi pour les signaux de danger

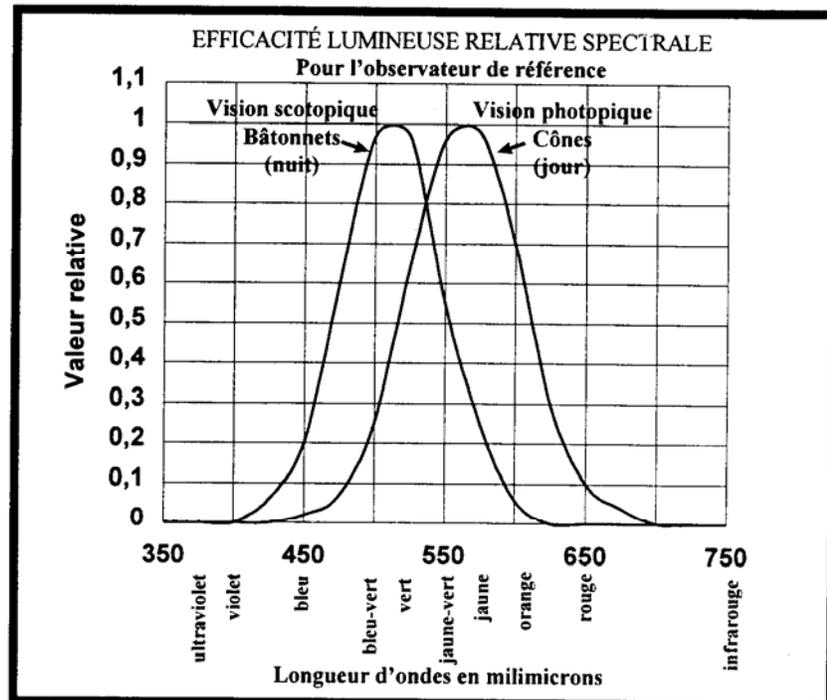


Figure 3.6 : Courbes d'efficacité visuelle

↪ Vert (moins bien perçu) pour les panneaux d'information

↪ Rouge utilisé comme signal de danger élevé même si couleur pas aussi bonne que jaune ou vert car :

- ❑ relation ancestrale entre rouge , feu et danger
- ❑ longueur d'ondes visible plus longue, donc rayons moins dispersés par particules dans l'air, ainsi visibilité supérieure si pluie, brouillard, neige...

↪ Éclairage d'intensité minimale de 0,2 lux/m² pour percevoir les couleurs

CARACTÉRISTIQUES CHROMATIQUES

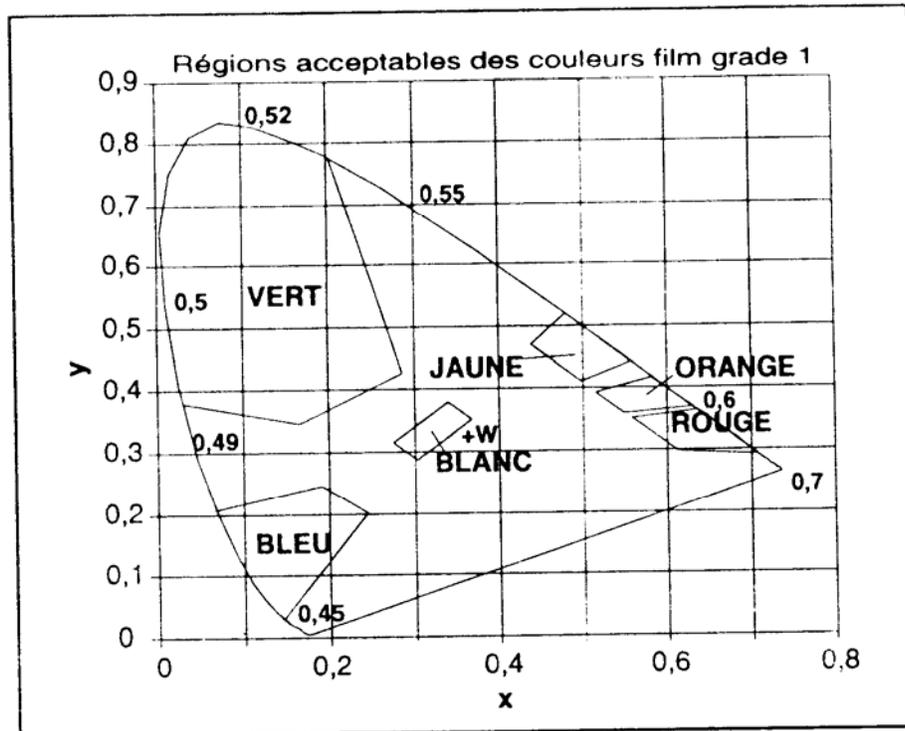


Figure 3 Diagramme de chromaticité. Régions acceptables. Norme du Québec. Films du grade 1.

TABLEAU V Caractéristiques chromatiques des couleurs et étalons de Munsell. Films grade 1. Limites des régions acceptables.

Couleur	Limites des régions acceptables du diagramme de chromaticité. Coordonnées trichromatiques.								Facteur de luminance Y		Étalons selon Munsell
	x_1	y_1	x_2	y_2	x_3	y_3	x_4	y_4	min.	max.	
Blanc	,303	,287	,368	,353	,340	,380	,274	,316	27,0		5,00 PB 7/1
Jaune	,498	,412	,557	,442	,479	,520	,438	,472	15,0	40,0	1,25 Y 6/12
Rouge	,613	,297	,708	,292	,636	,364	,558	,352	2,5	11,0	7,50 R 3/12
Orange	,550	,360	,630	,370	,581	,481	,516	,394	14,5	30,0	2,50 YR 5,5/14
Vert	,030	,380	,166	,346	,286	,428	,201	,776	3,0	8,0	10,00 G 3/8
Bleu	,144	,030	,244	,202	,190	,247	,066	,208	1,0	10,0	5,80 PB 1,32/6,8

F) Perception de nuit (vision nocturne)

- ↪ Capacité de s'adapter à la noirceur et supporter l'éblouissement
- ↪ Éblouissement : ensemble des troubles visuels provoqués par des luminances perçues trop élevées et des contrastes trop importants
- ↪ Œil du conducteur qui roule la nuit doit s'adapter à une luminosité faible, ce qui se fait par une dilatation de la pupille
- ↪ Contraction (2 à 3 sec.) de la pupille avec ↑ luminance, et dilatation (4 à 5 sec.) quand la source de lumière est passée : donc perte partielle ou totale de vision pendant 6 à 7 sec. (Fig. 3.7)
- ↪ Contraction finale seulement après 1 min. et dilatation complète après environ 5 min.

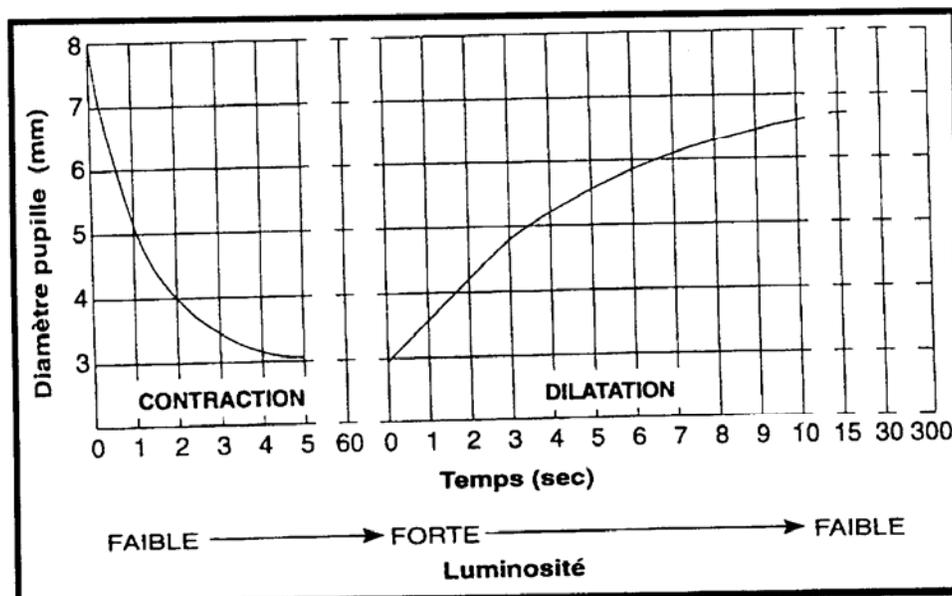


Figure 3.7 : Contraction et dilatation de la pupille (ITE 1965)

↪ **Éblouissement réduit par** {

- réduction de la luminance
- augmentation de la hauteur de la source de lumière
- éloignement de la source de lumière

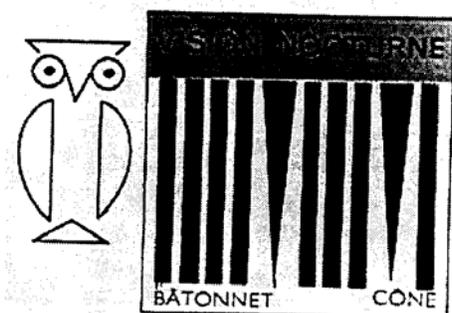
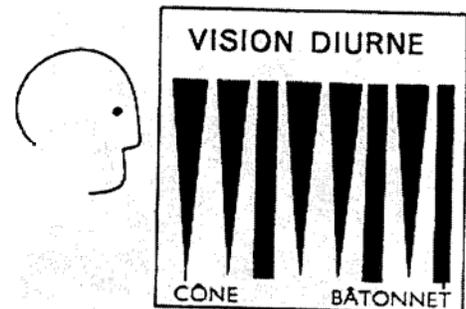
↪ **Récupération** {

- 3 secondes ↪ sombre ⇒ clair
- 6 secondes ↪ clair ⇒ sombre



Application : éclairage dans les tunnels

- ↪ **Acuité visuelle diminue de 20/20 à 20/35 la nuit.**
- ↪ **Perte de 6m de distance de visibilité pour chaque accroissement de vitesse de 15 km/h.**
- ↪ **Jaune et jaune-vert perçus relativement plus clairs.**
- ↪ **Rouge et bleu se confondent avec noir sous faible éclairage; les utilise pas pour marquage, même si contraste satisfaisant le jour.**
- ↪ **L'effet de profondeur diminue.**
- ↪ **Crépuscule : périodes et niveaux d'éclairage où bâtonnets et cônes fonctionnent simultanément mais sans y mettre pleine efficacité. L'image n'est pas nette, donc période plus difficile pour conduire.**



↳ Sensibilité à l'éblouissement augmente beaucoup avec l'âge (Fig. 3,8)

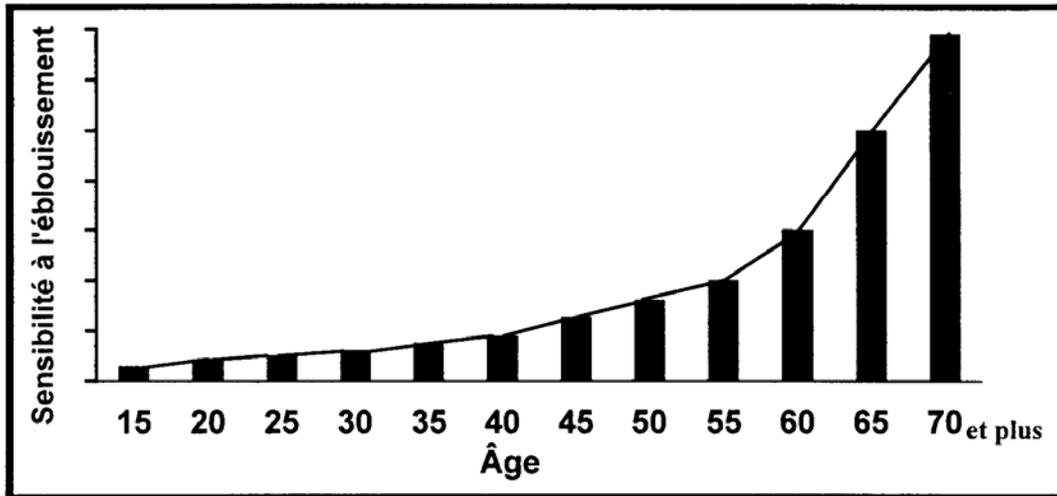
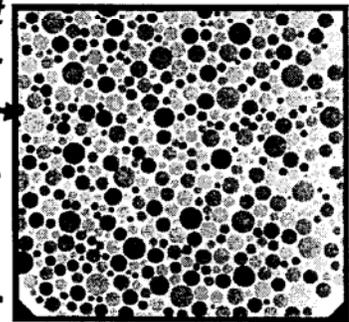


Figure 3.8 : Sensibilité à l'éblouissement en fonction de l'âge
(Source : MTQ 1978)

G) Défauts visuels

↳ Défauts de perception des couleurs

- ❑ **Test Ishihara** (*points d'une couleur forment un chiffre entouré de points d'une autre couleur*)
- ❑ **Trouble de perception des couleurs**
8% des hommes et 0,6% des femmes
- ❑ **Daltonisme pas un problème très important** (*2,5% des hommes confondent rouge, jaune et vert (encodage multiples, normalisation et uniformisation contrebalancent)*)
- ❑ **Restrictions pour conduite des autobus, semi-remorques, véhicules d'urgence**



Autres défauts définis dans la figure 3.9

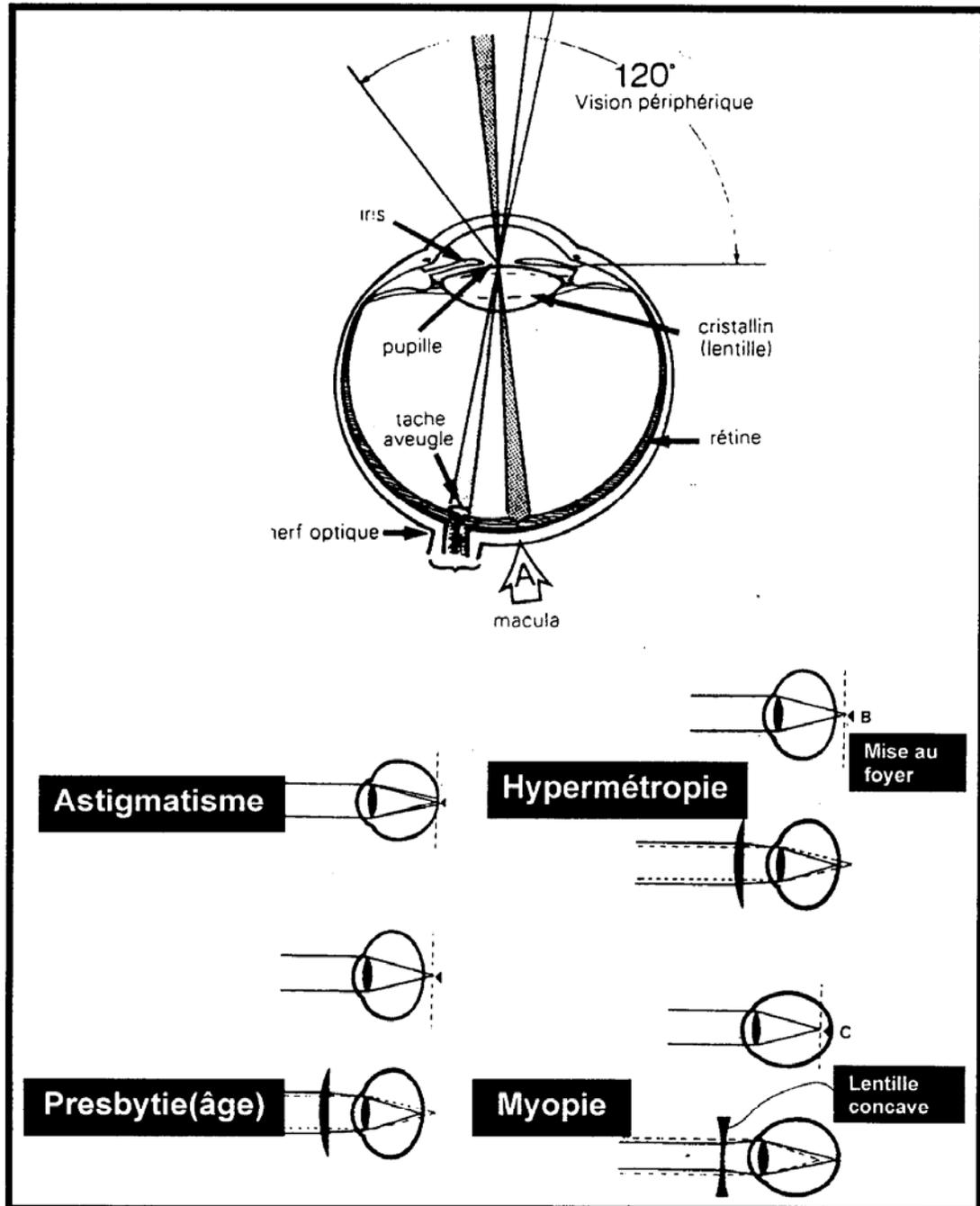


Figure 3.9: Les défauts visuels

Myopie, hypermétropie : *pas danger si corrigée*

↳ Détérioration de la vision

- ❑ La maladie, la fatigue et la toxicomanie sont des facteurs contribuant à détériorer la vue
- ❑ La vieillesse : le facteur le plus important (Fig. 3.10)

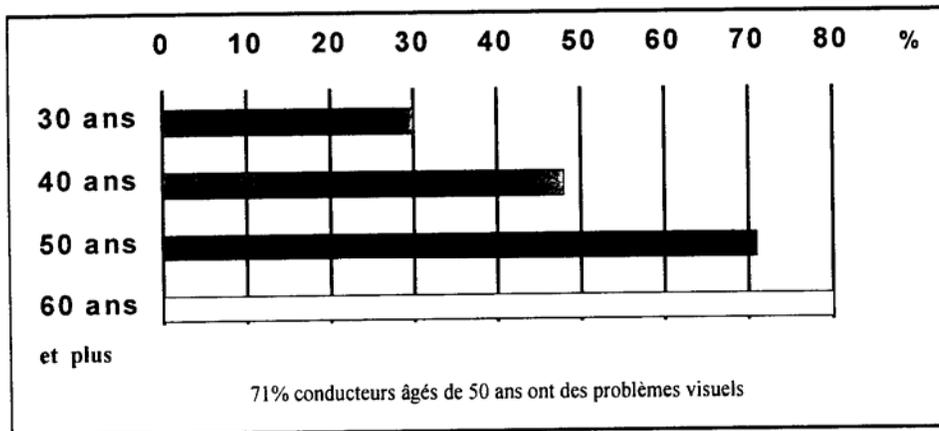


Figure 3.10 : % conducteurs (selon leur âge) souffrant de troubles visuels (Source : MTQ 1978)

↳ Exigences minimales (Tableau 3.3)

Tableau 3.3 : EXIGENCES MINIMALES DES FONCTIONS VISUELLES

1	Camion-remorque, c'est-à-dire un ensemble de véhicules routiers équipé d'une section d'attelage ou un camion porteur de la classe 2 qui les une remorque dont la masse nette est de 2 000 kg ou plus. (classes 2, 3, 4A, 4B, 4C, 5, 6D et 8 incluses)	
2	Autobus aménagés pour le transport de plus de 24 passagers (classes 3, 4A, 4B, 4C, 5, 6D et 8 incluses)	
3	Camion porteur lourd c'est-à-dire un véhicule de commerce ou d'équipement comptant au moins trois essieux ou deux essieux et dont la masse nette est de 4 500 kg ou plus (masses 4A, 4B, 4C, 5, 6D et 8 incluses)	
C	Véhicule d'urgence (classes 4B, 4C, 5, 6D et 8 incluses)	
4A	Autobus aménagés pour le transport de 24 passagers ou moins, ou minibus (classes 4C, 5, 6D et 8 incluses)	
4B		
4C	Taxi (classes 5, 6D et 8 incluses)	
5	Véhicule de promenade, véhicule automobile comptant deux essieux et dont la masse nette est inférieure à 4 500 kg, hélicoptère motorisé, véhicule-outil ou véhicule de service (classes 6D et 8 incluses)	
6A	Tous les motocyclistes (classes 6B, 6C, 6D et 8 incluses)	
6B	Motocycliste dont le cylindre est de 400 cm ³ ou moins (classes 6C, 6D et 8 incluses)	
6C	Motocycliste dont le cylindre est de 125 cm ³ ou moins (classes 6D et 8 incluses)	
8	Tracteur de ferme	

CLASSE	CONDITIONS	ACUITÉ VISUELLE	CHAMP VISUEL	VISION BINOCULAIRE	PERCEPTION DE LA COULEUR ROUGE, VERTE OU JAUNE
1, 2 4A, 4B		6/9 dans le meilleur œil et 6/15 dans l'autre œil	120° dans chaque œil	>30% (200 secondes)	Présente
3, 4C		6/9 dans le meilleur œil	120° dans le meilleur œil	Aucune exigence	Aucune exigence
5, 6	H*	6/12 dans le meilleur œil	120° dans le meilleur œil	Aucune exigence	Aucune exigence
	B*, H*	6/15 dans le meilleur œil	100° de champ visuel binoculaire continu dont 30° de chaque côté de la ligne médiane verticale (meilleur champ dans l'œil qui a la meilleure acuité)	Aucune exigence	Aucune exigence
	B*, H*	6/18 dans chaque œil et 6/15 les deux yeux ouverts simultanément	120° de champ visuel binoculaire continu (meilleur champ dans l'œil qui a la meilleure acuité)	Aucune exigence	Aucune exigence

*B La condition « B » signifie la conduite de jour seulement ;

*H La condition « H » signifie la conduite d'un véhicule dont la masse nette est de moins de 2 500 Kg.

Note : Ce tableau ne remplace pas le texte réglementaire.

CONTRÔLE MÉDICAL

CLASSES VISÉES 1 - 2 - 3 4A - 4B - 4C	À la demande de la classe et lorsque le titulaire atteint l'âge de 45, 55, 60, 65 ans et aux deux ans par la suite
CLASSE 5	Lorsque le titulaire atteint l'âge de 75, 80 ans et aux deux ans par la suite

H) Applications en signalisation

↪ La lisibilité des panneaux de signalisation est étroitement liée à la lisibilité des caractères qui est elle-même reliée à la hauteur, à la forme, à la largeur du trait des caractères.

↪ La norme définit différentes séries de caractères

- SÉRIE « B » PLANCHES G 4 , G 5 LA SIGNALISATION ROUTIÈRE AU QUÉBEC
- SÉRIE « C » PLANCHES G 6 , G 7 LA SIGNALISATION ROUTIÈRE AU QUÉBEC
- SÉRIE « D » PLANCHES G 8 , G 9 LA SIGNALISATION ROUTIÈRE AU QUÉBEC
- SÉRIE « E » PLANCHES G10 , G11 LA SIGNALISATION ROUTIÈRE AU QUÉBEC
- SÉRIE « E MODIFIÉ » PLANCHES G 12 , G 13 LA SIGNALISATION ROUTIÈRE AU QUÉBEC

↪ Il y a des spécifications pour l'espace entre les lettres et la largeur des lettres

↪ La figure 3.11 présente les distances de lisibilité du lettrage et la figure 3.12 celles des pictogrammes

↪ La figure 3.13 donne les critères de lecture des panneaux selon leur localisation

H) Applications en signalisation (suite)

LA HAUTEUR DES CARACTÈRES

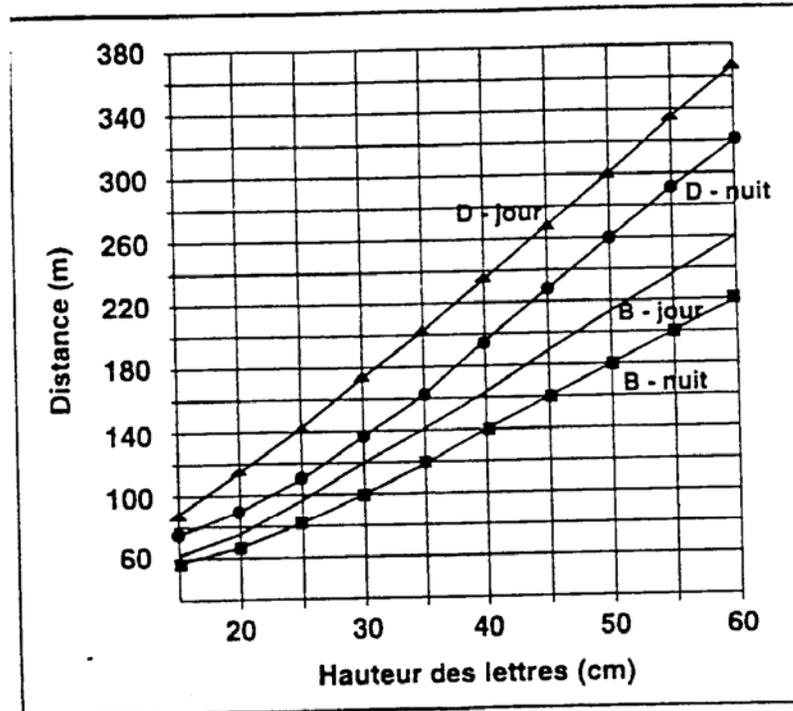


Figure A.20 Distance de lisibilité des lettres des séries B et D (Forbes, 1981).

TABLEAU IX Distance de lisibilité des caractères de différentes séries normalisées.

Série de lettres	Distances de lisibilité L (m/cm) pour un conducteur d'une acuité visuelle de		
	20/20	20/40	recommandée 20/25 (80% du 20/20)
B	4,0 m/cm	2,0 m/cm	3,2 m/cm
C	5,0 m/cm	2,5 m/cm	4,0 m/cm
D	5,5 m/cm	2,8 m/cm	4,4 m/cm
E	6,0 m/cm	3,0 m/cm	4,8 m/cm
E (m)	9,0 m/cm	4,5 m/cm	7,2 m/cm
F	6,5 m/cm	3,3 m/cm	5,2 m/cm

Figure 3.11 : Distances de lisibilité du lettrage

H) Applications en signalisation (suite)

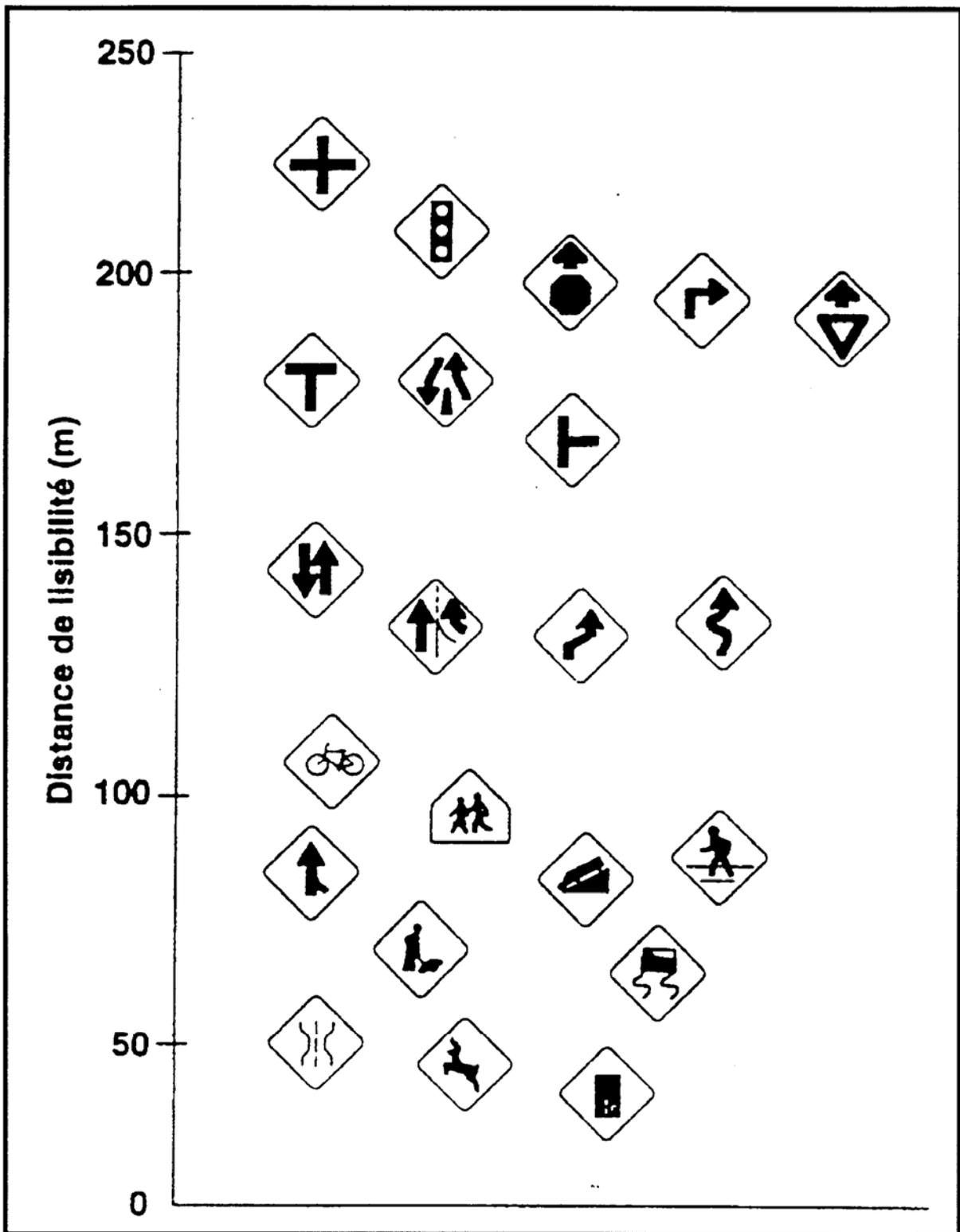


Figure 3.12 : Distance de lisibilité des pictogrammes

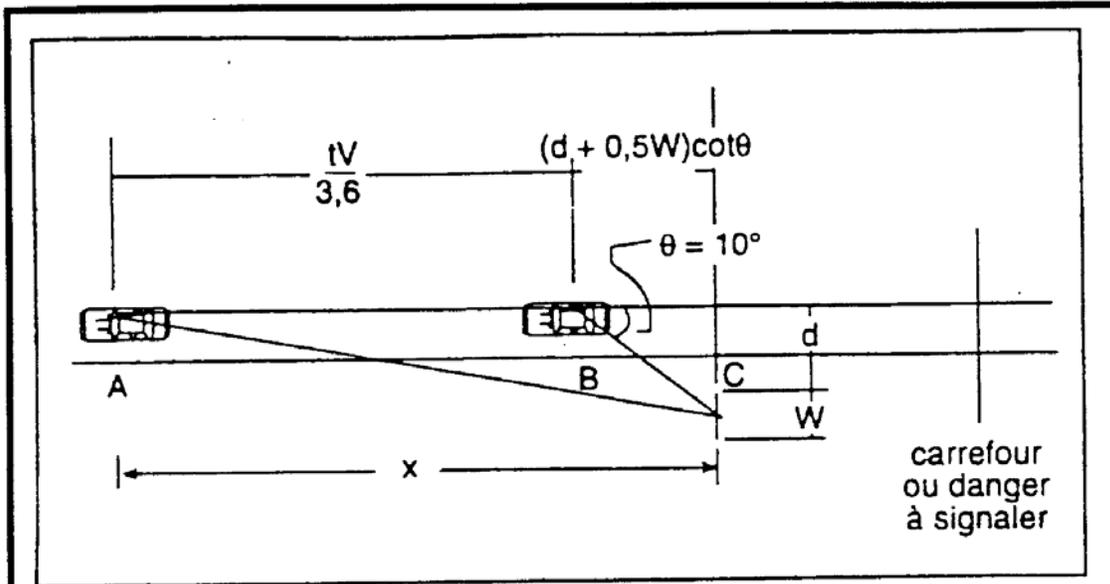


Figure 9 Lecture d'un panneau installé aux abords de la chaussée.

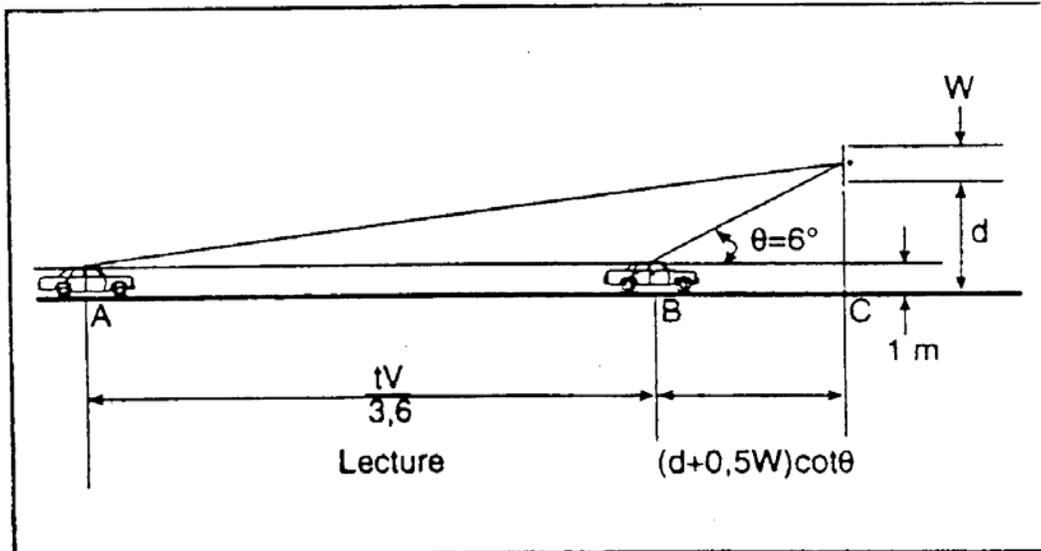


Figure 10 Lecture d'un panneau situé sur portique.

Figure 3.13 : Critères de lecture des panneaux

3.3 AUDITION

- ↪ Peut servir à évaluer les distances et la direction d'un objet, mais s'avère en général assez imprécis.
 - ↪ Informations auditives et visuelles sont complémentaires, leurs champs ne se recoupent pas.
 - ↪ Entendre bruits du vent, moteur, pneus, klaxons, sirènes, cloches, radio contribue beaucoup à la sécurité.
- Fréquence d'accidents
1,8 fois supérieure
dans le groupe des
conducteurs sourds

Messages auditifs

=

**apport précieux
à la conduite**

3.4 SENS DE L'ÉQUILIBRE

A) Généralités

Plutôt ressenti au niveau du subconscient, le sens de l'équilibre augmente en utilisation et en qualité avec l'expérience du conducteur.

Sensations reliées à ce sens sont produites par :

- ↪ mouvements du volant et des pédales
- ↪ forces engendrées par accélérations et décélérations (*accélération = taux de changement de mouvement d'un objet ; se mesure fréquemment en accélération gravitationnelle et se donne en « g » ; $1g = 9,81m/sec^2$*)
- ↪ vibrations, oscillations et instabilités du véhicule

↪ **Conducteur dispose d'un véritable appareil à inertie (canaux circulaires de l'oreille interne) qui enregistre position et déplacement dans les 3 plans de l'espace. (Fig.3.14)**

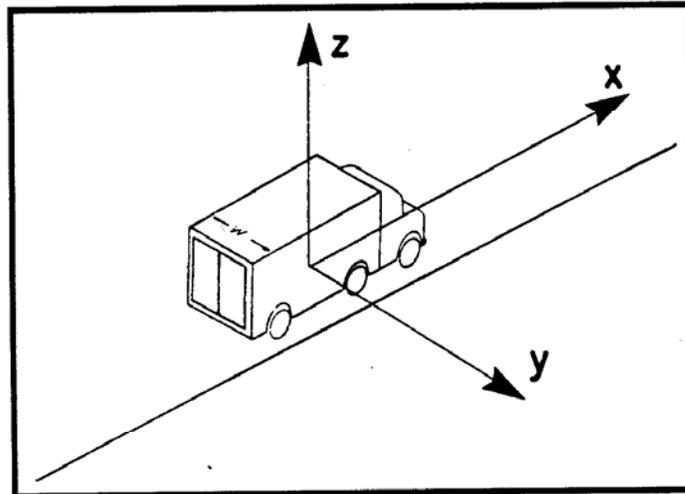


Figure 3.14 : Accélération dans les 3 plans de l'espace

↪ **Valeurs extrêmes d'accélération tolérables par le conducteur dans les 3 plans ⇒ figure 3.15**

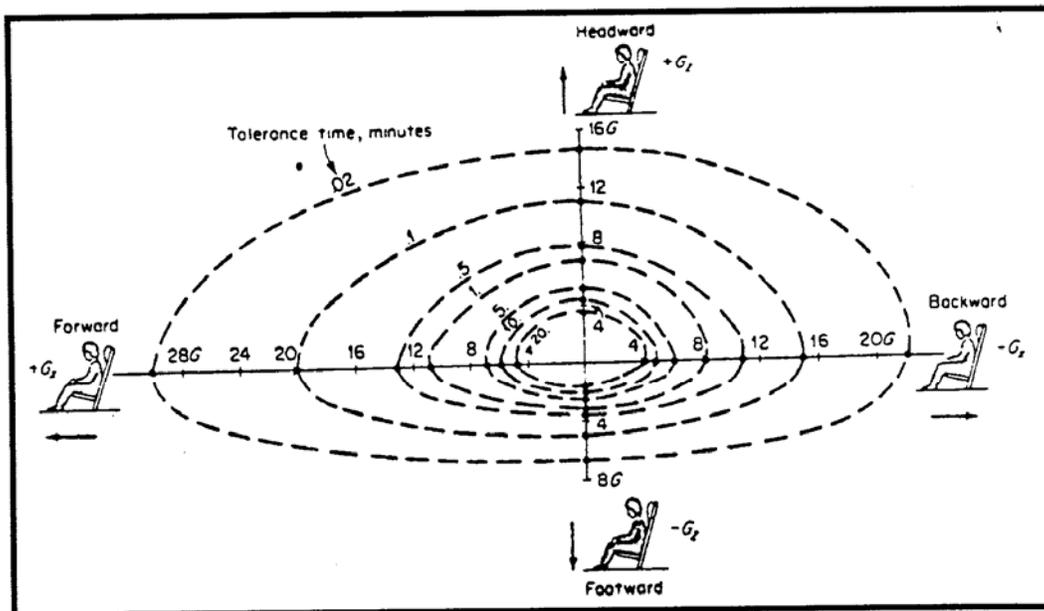


Figure 3.15 : Seuils d'accélération tolérable selon la direction et la durée

B) Valeurs limites selon les directions

a) Direction latérale Y :

↪ **Accélération dans un virage**

↪ **Relation entre rayon de la courbe, dévers, coefficient de frottement et vitesse**

↪ **À cause adhérence pneu-chaussée, coefficient de frottement ($f= 0,2$) limite l'accélération ressentie**

↪ **En général conducteurs limitent leur vitesse pour que force centrifuge produise accélération latérale de l'ordre de 0,16g à moins de 100km/h, encore loin des valeurs ressenties :**

normale et non ressentie ⇨ 0,18

ressentie, (on s'appuie, se cramponne) ⇨ 0,36

pas confortable (pour les passagers) ⇨ 0,50

Accélérations latérales en milieu rural et urbain à haute vitesse		Accélérations latérales en milieu urbain à basse vitesse	
Vitesse (km/h)	Accélération (m/s ²)	Vitesse (km/h)	Accélération (m/s ²)
50	1,57	30	3,04
60	1,47	35	2,75
70	1,47	40	2,45
80	1,37	45	2,26
90	1,28	50	2,06
100	1,18	55	1,96
110	0,98	60	1,77
		65	1,77
		70	1,67

↪ **Variations des accélérations dans le temps sont aussi ressenties : 1/20g à 1/10g selon vitesses**

B) Valeurs limites selon les directions (suite)

b) Direction longitudinale X

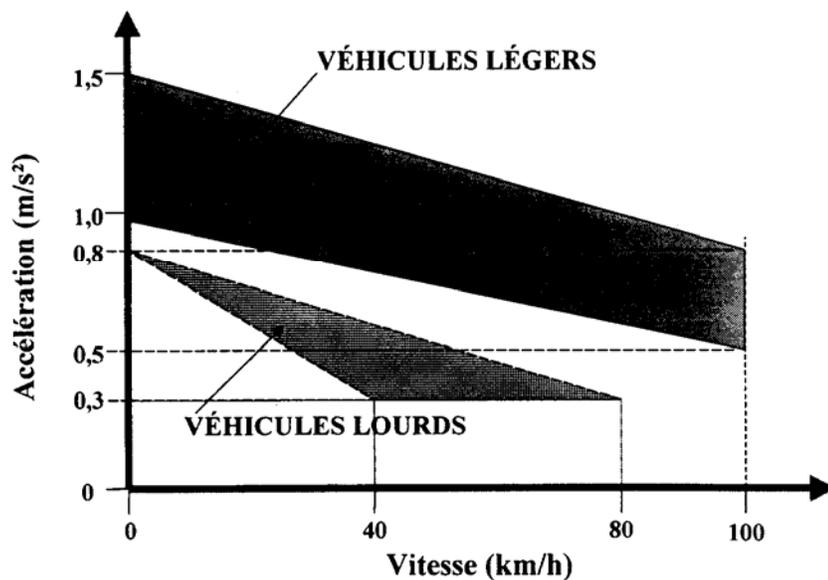
↪ **Accélération importante dans diverses manœuvres de conduite**

- Départ d'un feu**
- Départ d'un arrêt**
- Dépassement**
- Voies d'accélération**

↪ **Conducteur n'utilise que rarement les possibilités d'accélération du véhicule**

↪ **Les taux dépendent des circonstances**

- Accélération consciente en vue d'une manœuvre d'adaptation de la vitesse au courant du trafic**



- Adaptation aux conditions géométrique du tracé : 0,5m/s² constante entre 40 et 120 km/h**
- Lors du dépassement**

b) Direction longitudinale X (suite)

□ Accélérations aux entrées d'autoroutes

Vitesse à atteindre sur l'autoroute	Accélération (m/s ²) selon vitesse dans la courbe (km/h)					
	0	30	40	50	60	70
60	1,32	1,30	1,29	2,12		
70	1,15	1,14	1,21	1,32	2,51	
80	1,05	1,04	1,06	1,11	1,27	
90	1,04	1,03	1,04	1,05	1,16	1,76
100	1,02	1,00	0,98	1,02	1,07	1,31
110	1,00	0,98	0,99	0,97	0,99	1,13

□ Selon le confort on a décélération

0 à 1,5 m/s²

Faible (moteur et air)

1,5 à 3

Confortable (freinage léger)

3 à 4,5

Modérée mais indésirable

> 4,5

Excessive et inconfortable

> 6,5

Urgence (blocage des roues)

□ Décélération aux sorties d'autoroutes

Vitesse sur l'autoroute	Décélération (m/s ²) selon vitesse dans la courbe (km/h)					
	0	30	40	50	60	70
60	1,54	1,30	1,10	0,77		
70	1,72	1,54	1,41	1,23	0,84	
80	1,90	1,85	1,76	1,58	1,35	
90	2,08	2,06	2,01	1,88	1,74	1,54
100	2,27	2,27	2,23	2,14	2,06	1,97
110	2,52	2,54	2,53	2,47	2,34	2,31

b) Direction longitudinale X (suite)

- ❑ Décélération consciente (approche d'un carrefour, voie de décélération...) = 1,5 à 2 m/s²
- ❑ Adaptation de la vitesse entre 0,8 et 1 m/s² (décélération sans freins qui est > à hautes vitesses)
- ❑ Pour implantation de panneaux (MTQ, 1990)
 - 2 m/s² vitesses de 0 à 50km/h
 - 1,47 m/s² vitesses > 50km/h

↪ Valeurs observées lors de conduite automobile

- démarrage ❑ *confortable pour les passagers* ⇒ 0,26g
 ou ❑ *indésirable pour les passagers* ⇒ 0,34g
 arrêt : ❑ *inconfortable pour les passagers* ⇒ 0,43g

↪ Transports publics ne doivent pas dépasser 0,50g

↪ Conducteur expérimenté distingue variations de vitesse

↪ Diagramme des accélérations et décélérations maximales admissibles dans le plan X-Y (Fig.3.16)

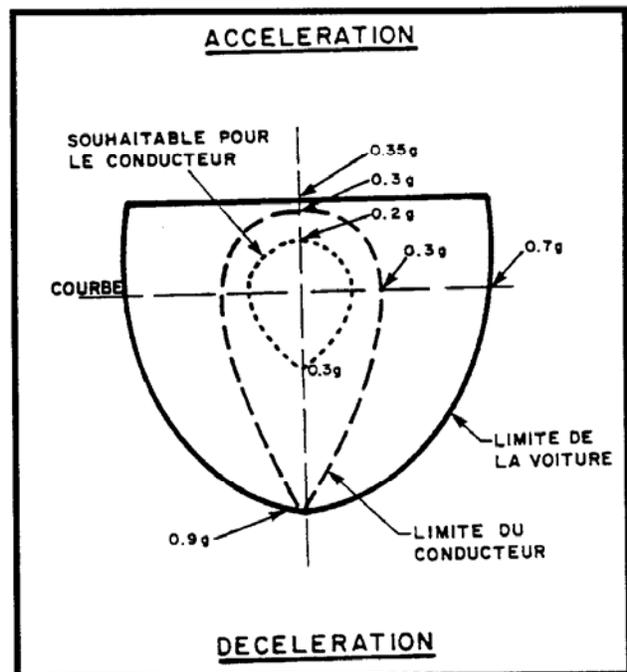
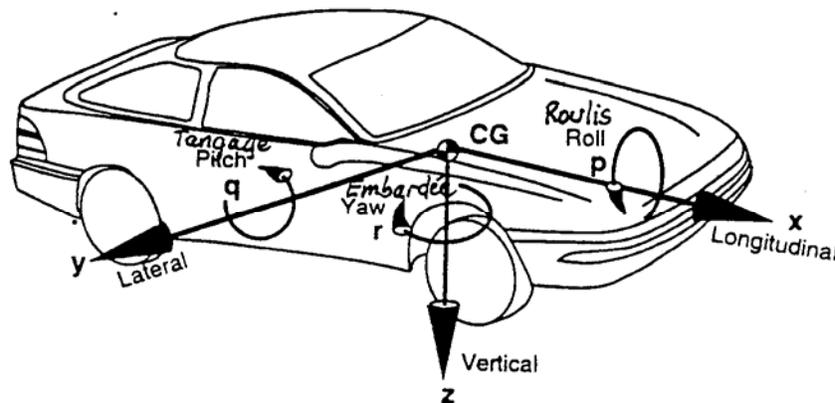


Figure 3.16 : Diagramme des accélérations admissibles

c) Direction verticale Z

- ↪ Passage sur courbe concave ou convexe du profil en long
- ↪ Accélération gravitationnelle s'ajoute à centrifuge en bas de descente, véhicule tend à s'aplatir, et se soustrait en haut de côte, véhicule tend à s'envoler
- ↪ Changement d'accélération admissible $\approx 1/20g$

↪ Seuils de perception pour les différents mouvements selon les 3 directions



Degré de liberté	Position	Vitesse	Accélération	Variation d'accélération
Translation				
Longitudinale	0	0	$\pm 0,3 \text{ m/s}^2$	$\pm 0,15 \text{ m/s}^2$
Latérale	0	0	$\pm 0,18 \text{ m/s}^2$	$\pm 0,10 \text{ m/s}^2$
Verticale	0	0	$\pm 1,2 \text{ m/s}^2$	$\pm 0,25 \text{ m/s}^2$
Rotation				
Embardée	0	$\pm 5^\circ/\text{s}$	$\pm 2^\circ/\text{s}$	$\pm 1^\circ/\text{s}$
Roulis	$\pm 1,1^\circ$	$\pm 8^\circ/\text{s}$ (1)	$\pm 4^\circ/\text{s}$	$\pm 2^\circ/\text{s}$
Tangage	$\pm 1,9^\circ$	$\pm 12^\circ/\text{s}$ (1)	$\pm 6^\circ/\text{s}$	$\pm 3^\circ/\text{s}$

Note (1) : l'inclinaison de roulis et de tangage ne sont pas perceptibles si l'accélération latérale ou longitudinale compense la gravité

3.5 ODORAT, SENSIBILITÉ THERMIQUE ET TOUCHER

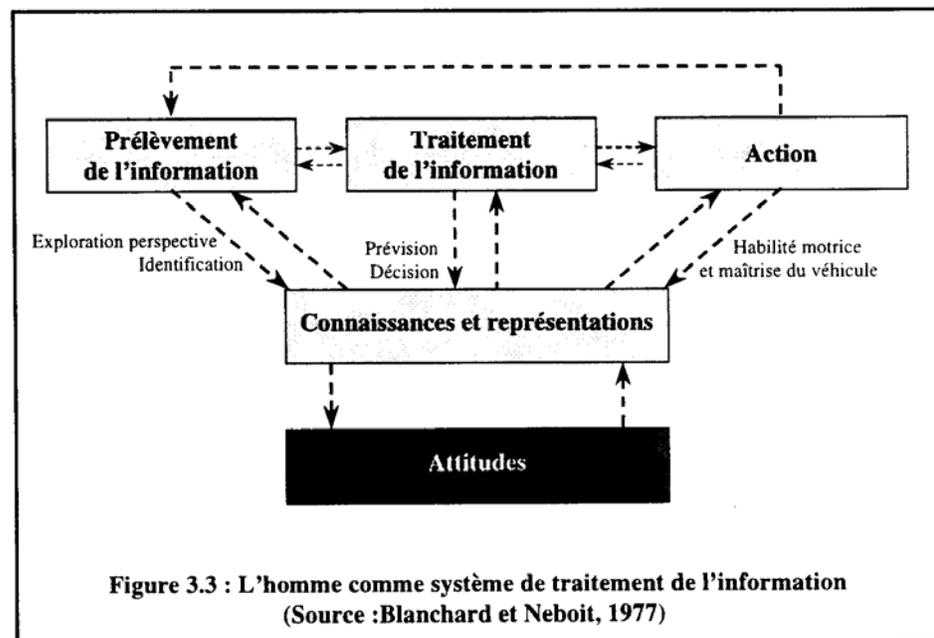
Aucune source d'information sensorielle n'est négligeable .
Le conducteur fait la synthèse de tout ce qui parvient à sa conscience, comme par exemple :

- ↪ moteur chauffe
- ↪ freins brûlent
- ↪ fumées d'échappement.

La rapidité avec laquelle est traitée l'information acquise par toutes les sources sensorielles est fonction des aptitudes physiques, du processus de perception-réaction

3.6 Processus de perception-réaction

↪ Relié au système de traitement de l'information



3.6 Processus de perception–réaction (suite)

A) Perception

- ↪ C'est la prise de conscience des événements extérieurs qui ont produit des sensations
- ↪ Cheminement de l'influx nerveux pas instantané
- ↪ Dépend de 2 facteurs : **ATTENTION** et **VIGILANCE**

b) ATTENTION

- prépare et oriente vers perception stimulus particulier
- multiplie aptitudes du conducteur : *perceptions plus rapides, plus sensibles, plus discriminantes; mouvements plus précis et plus rapides*
- diminue rapidement : *20 à 30 minutes si route monotone et peu fréquentée (architecte paysagiste tente de remédier avec environnement visuel minimum)*
- pièges : ligne droite, bruit trop régulier du moteur absence d'imprévu, inutilité de toute action corrective (*pièdes sur accélérateur pas stimulation suffisante*)
- si aucun geste, conducteur oublie son corps après avoir oublié route et véhicule, se détache de toutes contingences matérielles, plonge dans état d'indifférence tranquille.

b) VIGILANCE

- conscience de chaque stimulus provenant du monde extérieur
- baisse à tout moment et sans préavis

- **variations assez importantes lors de conduite (*fatigue, drogues, alcool, médicaments*)**
- **entre conscience claire et sommeil profond 7 niveaux dont 5 nous intéressent :**

Niveau 1 : états d'alarme et d'émotion; pas conditions optimales pour enregistrer avec précision messages de l'extérieur

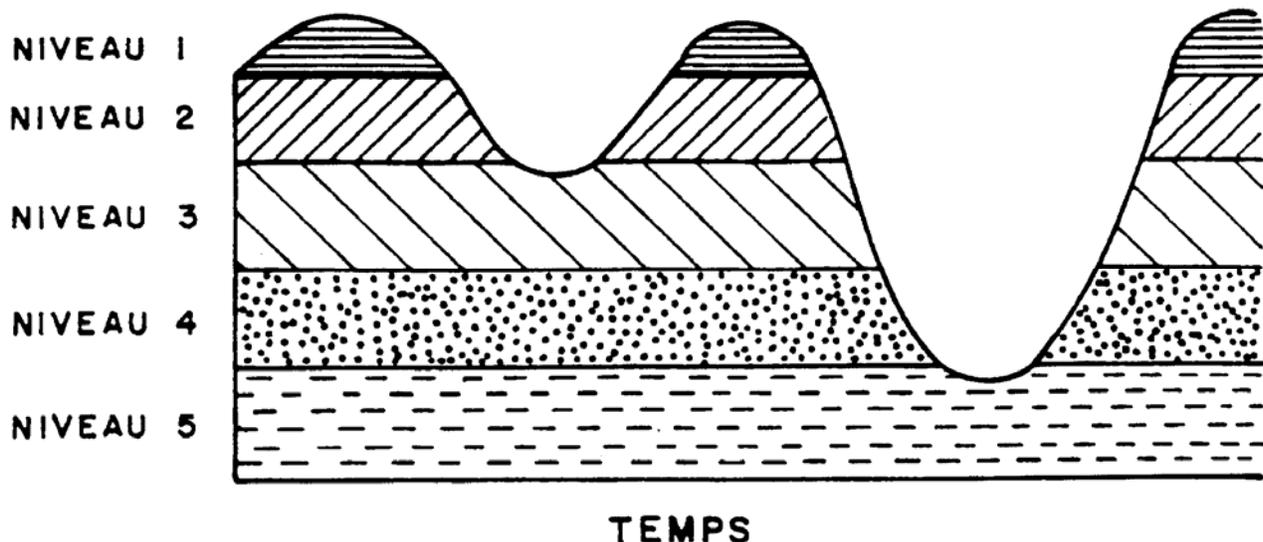
Niveau 2 : attention sélective; parfaite connaissance de l'environnement, réactions rapides et adaptées

Niveau 3 : attention flottante et détendue, activité motrice automatique, prise distance relative p/r extérieur

Niveau 4 : rêverie, prise distance importante p/r extérieur perçu de manière atténuée; somnolence et comportement désordonné

Niveau 5 : Perte de conscience totale des stimuli de l'extérieur; sommeil léger avec rêves

- **variation dans le temps**



- ❑ **passage dans niveau 5 peut être fatal; 8% accidents sans collision sur routes droites**
- ❑ **risques aussi dans niveaux 3 et 4 ; conduite = activité complexe requérant haut degré vigilance**
- ❑ **niveau se dégrade avec temps; > rapide PM que AM**
- ❑ **dégradation < centre que périphérie de vision**
- ❑ **pauses et source de variations dans déroulement de tâche améliorent performance et assure haut niveau**
- ❑ **diminuée par privation sommeil, élévation de température, bruit intense continu, cumul de chaleur-bruit-vibrations**
- ❑ **causes exogènes de diminution**
 - intoxication par oxyde de carbone (fermé, chauffage, tabac)**
 - alcoolisme**
 - 0,05% tranquillisant (5 milligrammes/ 100 millimètre³ sang)**
 - 0,10% pas d'atteinte appréciable**
 - 0,15% légère atteinte du contrôle moteur**
 - 0,60% atteinte du temps de réaction**
 - 1,00% taux critique : incoordination motrice**
 - 1,50% troubles neuro-sensoriels nets; ivresse chez 50%**
 - 2,00% ivresse évidente**
 - intoxication par drogues et médicaments**

B) Intellection

↳ ***compréhension des informations perçues. Comparer, regrouper***

↳ ***dépend de grand nombre de facteurs dont 5***

- **intelligence**
- **personnalité**
- **habileté, apprentissage et expérience**
- **but du déplacement**
- **émotion**

C) Volition

↳ ***acte par lequel la volonté se détermine à quelque chose***

↳ ***après décision , étape nécessaire pour traduire la volonté en action***

D) Le temps de PERCEPTION-RÉACTION (temps P.I.E.V.)

P ⇒ **Perception** : *sensation reçue par les yeux et transmise au cerveau (sa durée dépend des conditions à évaluer)*

I ⇒ **Intellection** : *compréhension des informations perçues. Comparer, regrouper...*

E ⇒ **Émotion** : *Influence qui affecte le message ou la réaction. Indécision*

V ⇒ **Volition** : *action de la volonté ; commande*

La durée du P.I.E.V. dépend de :

↳ type de manoeuvre

- arrêt
- dépassement
- changement de voie
- évitement

↳ autres facteurs

- environnement visuel
- état de fatigue
- drogues, alcool
- âge
- complexité de décision
- info attendue ou non

La figure 3.1 situe le processus du P.I.E.V. dans le système Route-Homme-Machine.

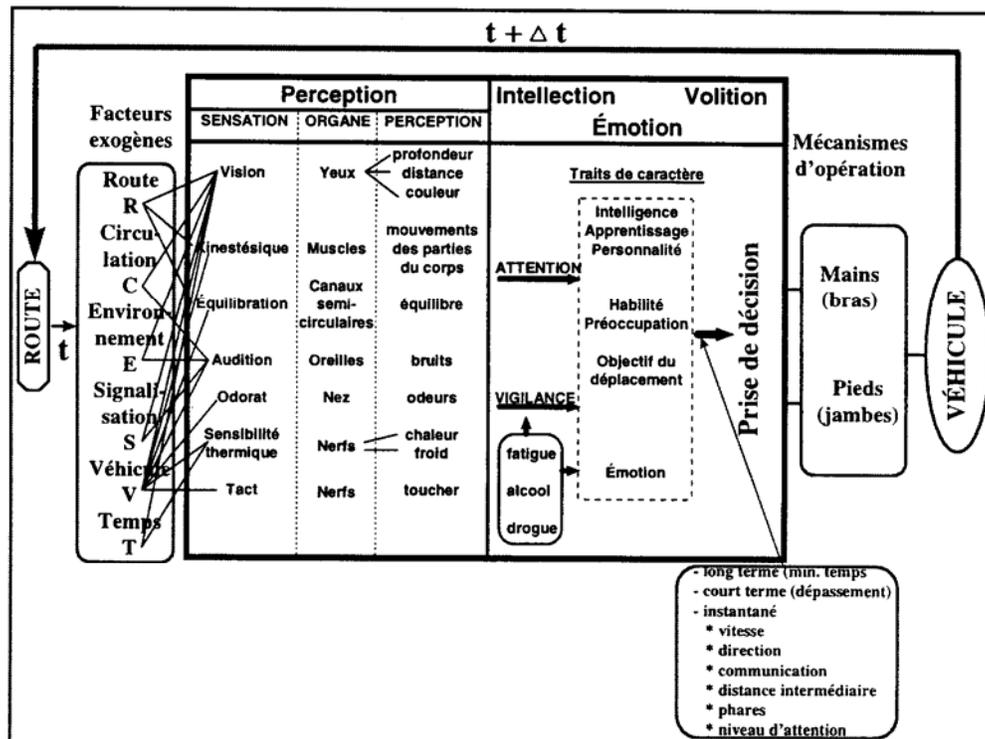
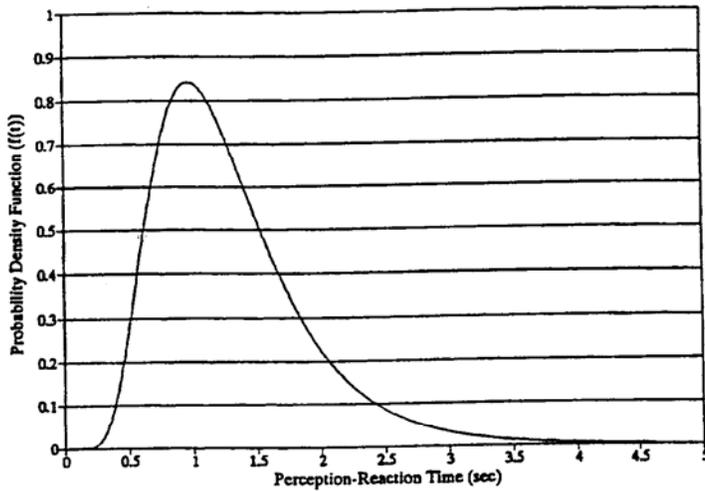


Figure 3.1 : processus d'interrelation Route-Conducteur-Véhicule

Table 3.1
Hooper-McGee Chaining Model of Perception-Response Time



Component	Time (sec)	Cumulative Time (sec)
1) Perception		
Latency	0.31	0.31
Eye Movement	0.09	0.4
Fixation	0.2	1
Recognition	0.5	1.5
2) Initiating Brake Application	1.24	2.74

Figure 3.2
Lognormal Distribution of Perception-Reaction Time.

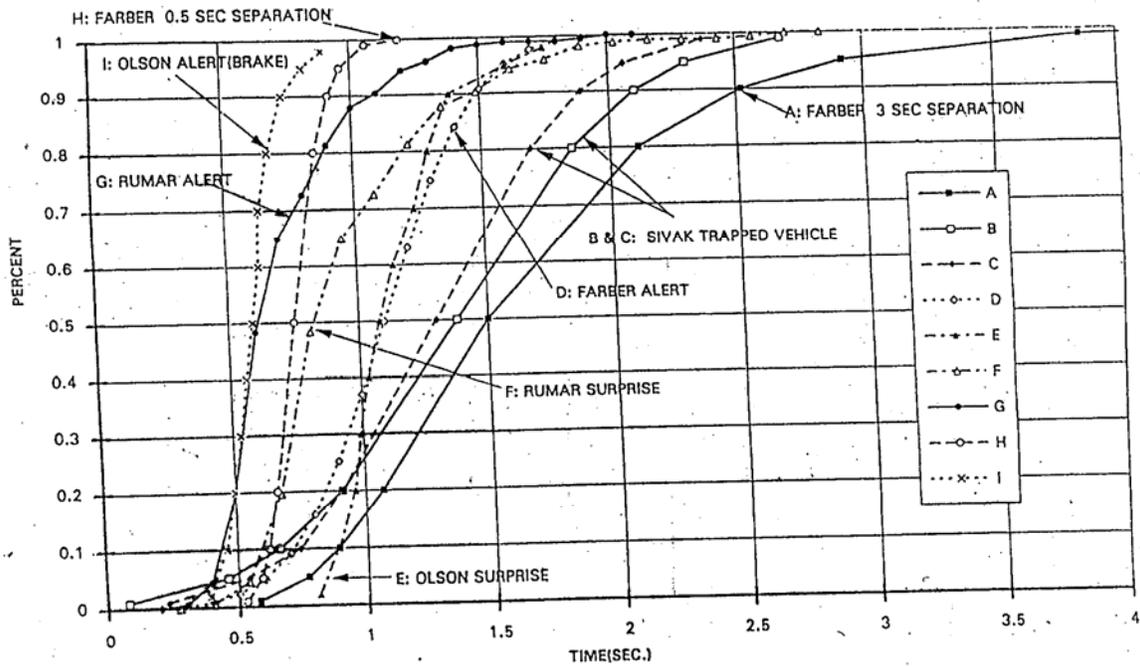


Figure 2. Brake reaction time distributions from various studies (Source: Forbes, 1994).

La figure 3.17 donne la variation du temps de réaction selon les individus. ≤

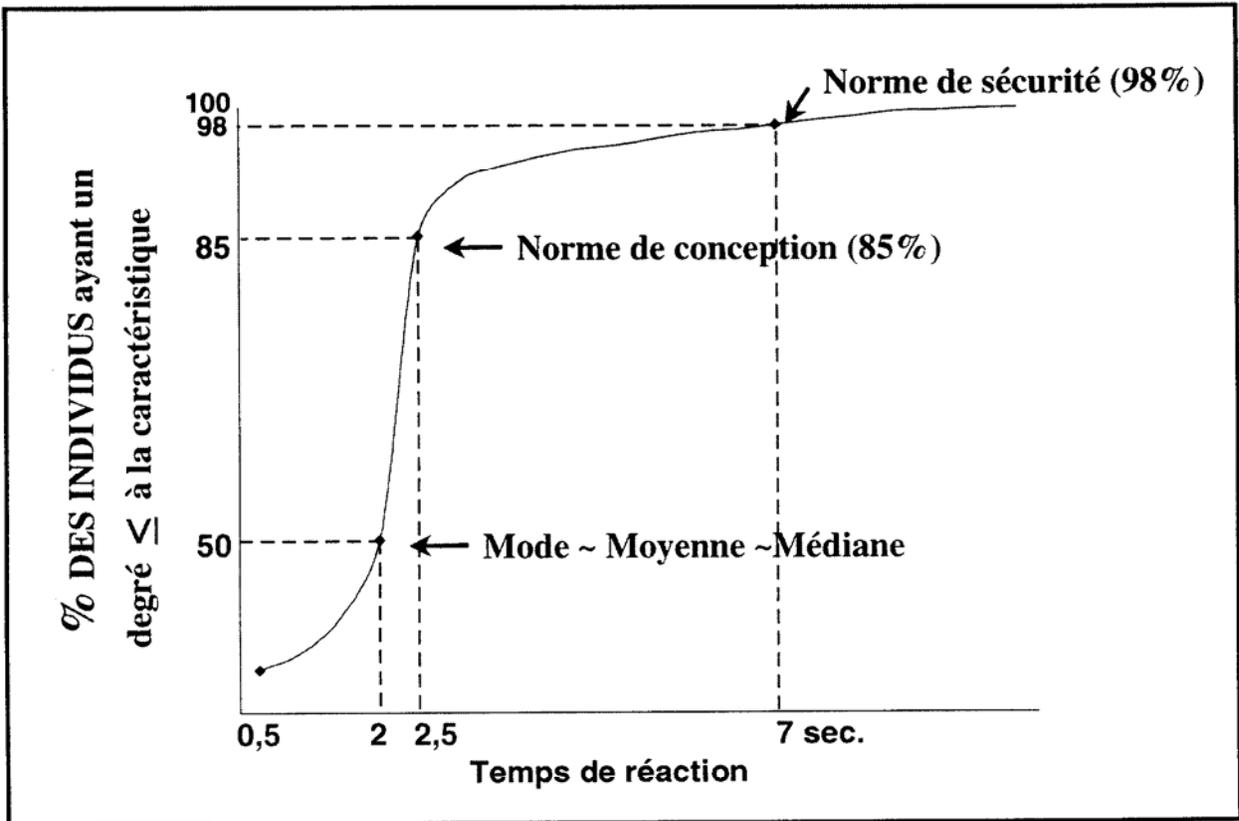


Figure 3.17 : Détermination du temps PIEV à partir de mesures
(Source: K. Baass, 1995)

Le temps de réaction varie aussi avec :

↪ complexité des décisions

↪ contenu des informations

↪ attentes du conducteur

+ la décision est complexe,
+ il faut d'informations pour
prendre une décision, + le
temps de réaction est long
et + les chances d'erreurs
sont grandes.

La figure 3.18 illustre la variation du temps de réaction d'un conducteur en fonction de l'information (attendue ou non) requise pour prendre une décision, c.-à-d. selon le nombre de « bits* » qu'elle contient.

↳ Un « bit » est une unité binaire égale à la plus petite quantité d'information nécessaire pour trancher entre deux réponses aussi probables l'une que l'autre. La relation entre le contenu et la complexité de l'information est 2^n : ainsi une décision de 0 « bit » n'a qu'une réponse, une décision de 1 « bit » en a deux, une décision de 2 « bits » en a quatre, et ainsi de suite. Peu de conducteurs peuvent traiter adéquatement plus de 3 ou 4 bits d'information en situation de conduite.

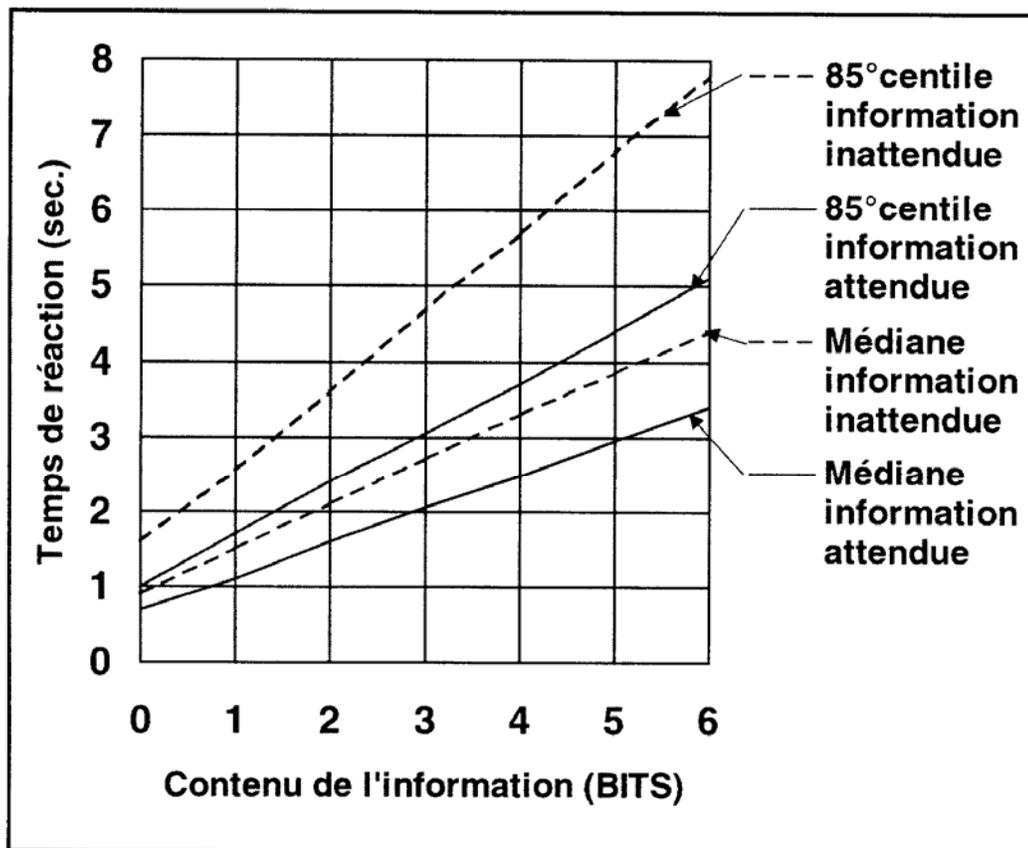


Figure 3.18 : Temps de réaction du conducteur à l'information
(Source: AASHTO, 1990)

La figure 3.19 présente le modèle de décision qui schématise le processus de perception-réaction

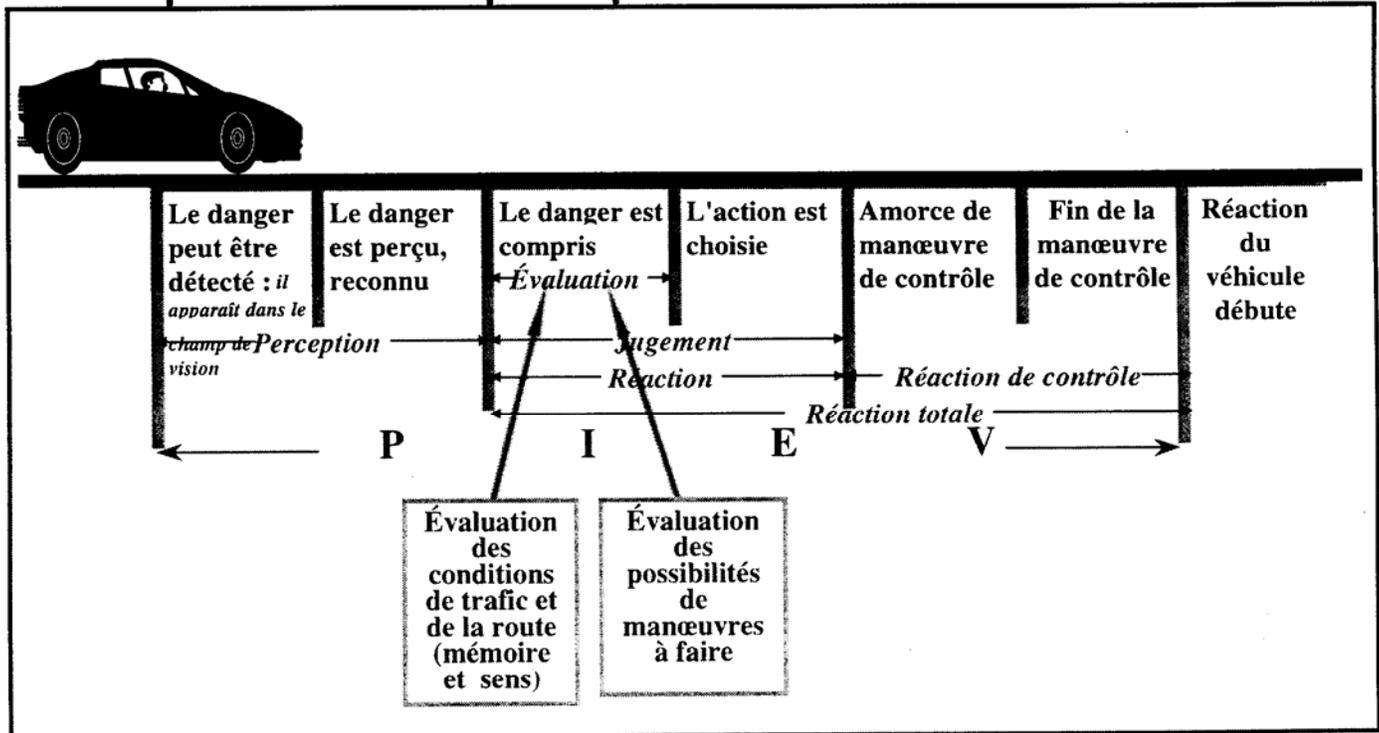


Figure 3.19: Processus de PERCEPTION-RÉACTION

Conducteur peut discerner et traiter qu'une seule information visuelle à la fois : *perception plus séquentielle (en série) que parallèle.*

Pour plusieurs opérations à la fois ou dans court laps de temps (*souvent requis en conduite*), ne pouvant pas absorber l'information simultanément, le conducteur a appris à intégrer cette information en « jonglant » avec elle :

- ↳ coups d'œil rapides + attention d'un point d'intérêt à l'autre
- ↳ rejette ou garde en mémoire l'information selon qu'il la juge importante ou non.

Jugement, estimation, prédiction et mémoire compensent en comblant les vides, partageant les tâches et écartant les informations moins prioritaires.

L'information pertinente pas immédiatement utilisée est stockée dans mémoire à court terme pour pouvoir s'y référer rapidement :

↪ **si pas utilisée rapidement, ni renforcée , ni répétée, elle est généralement oubliée (*une nouvelle information efface souvent l'information emmagasinée*);**

↪ **si renforcée et répétée, elle est transformée dans mémoire à long terme pour utilisation ultérieure.**

Caractéristiques de la mémoire :

- | | | |
|-------------------------|---|--|
| ↪ mémoire tampon | { | <input type="checkbox"/> aucun stockage |
| | | <input type="checkbox"/> durée très courte : 50 ms |
| ↪ mémoire à court terme | { | <input type="checkbox"/> capacité limitée : 7 ± 2 bits |
| | | <input type="checkbox"/> courte durée : 1/2 à 2 min |
| ↪ mémoire à long terme | { | <input type="checkbox"/> capacité très grande |
| | | <input type="checkbox"/> durée très longue : la vie |

La mémoire du conducteur lui permet non seulement de faire des comparaisons au niveau de l'intellection mais contribue aussi à la création des attentes.

En résumé le temps PIEV est composé du temps de perception et du temps de décision qui forment le temps de « pré-manoœuvre ». Pour avoir le temps complet pour la conception, il faut ajouter le temps de la manœuvre elle-même.

Le temps PIEV a donc une influence sur les distances de visibilité et par conséquent sur les profils horizontaux et verticaux des routes, les intersections ainsi que la signalisation.

Des exemples d'application seront donnés après la discussion des formules présentées au chapitre 4.

E) Critique des valeurs normalisées de perception-réaction

- ↪ **La valeur du PIEV de 2,5 sec. utilisée pour la conception standard (AASHTO) est tirée d'une recherche faite il y a un certain temps et inclut un temps de perception de 1,5 sec. et de décision de 1,0 sec.**
- ↪ **Triggs (1982) a décrit en détail la complexité du PIEV et souligne qu'on devrait utiliser une valeur > 2,5 pour la conception : le 85°centile du temps de réaction au freinage a varié de 1,26 à 3 sec, et 7 fois sur 12 situations était > 2,5 sec.**
- ↪ **Hooper et McGee (1983) : à cause de complexité de tâche de conduite, 2,5 sec est trop petit; suggère 3,2 sec.**
- ↪ **Olson (1989) : élément de surprise augmente de 1/3 à 1/2 le PIEV**

E) Critique des valeurs normalisées de perception-réaction (suite)

- ↳ **Taoka (1982) : le 2,5 sec est basé sur des mesures faites avec des sujets alertés, jeunes (<30 ans), dans un environnement dégagé et par beau temps; 3,5 sec + approprié**
- ↳ **Alexander (1989) : doit tenir compte de la période de recherche dans détection et pas seulement à partir du moment où conducteur détecte les objets concernés comme le prétendent certaines discussions duPIEV; un certain temps de mouvement de tête et yeux est requis quand conducteur parcourt environnement pour information; en certains cas prend ordre de grandeur de secondes (non fractions de secondes) pour recherche réussie (*cas des aînés en environnement complexe*).**

En s'appuyant sur les travaux concernant le PIEV et les récentes réévaluations et critiques, il est clair qu'on doit faire très attention en appliquant ce concept à la conception des routes et des dispositifs de contrôles. Une portion significative des conducteurs auront besoin de plus de temps que celui normalement alloué pour les réaction d'urgence.

3.7 Attentes du conducteur

Le conducteur s'attend à certaines conditions (géométrie, réglementation) lorsqu'il circule sur une route donnée, en particulier des conditions identiques pour des situations identiques.

Les attentes se situent au niveau du subconscient :

- ↪ sont liées aux :
 - habitudes
 - réflexes
 - modèles de comportement

- ↪ déterminent la manière de conduire
 - influencent la vitesse et la justesse d'intégration de l'information par le conducteur

- ↪ ont 2 formes :
 - 1- globales (a priori) : *formées par*
 - l'enseignement,
 - l'expérience
 - la culture
 - les habitudes
 - 2- particulières (ad hoc) : *formées sur le moment et en fonction des lieux*

Les 2 formes d'attentes doivent être considérées tant dans la conception que l'opération des chaussées :

- les attentes appropriées doivent être renforcées
- les violations doivent être éliminées

Les attentes sont reliées à la capacité d'un conducteur de réagir correctement et de façon prévisible aux situations, aux circonstances et à l'information. Elles sont donc influencées par la qualité de l'information transmises par les diverses sources pour satisfaire les besoins du conducteur.

Besoins d'information du conducteur :

- ↳ vitesse
- ↳ trajectoire
- ↳ dangers
- ↳ lois et règlements
- ↳ itinéraire et direction
- ↳ divers renseignements (services, hébergements...)

Sources d'information du conducteur :

- ↳ « informelle » (route, trafic, environnement)
- ↳ « formelle – discrète » (panneaux, feux...)
- ↳ « formelle – redondante » (marquage, délinéateurs...)

Qualités de l'information routière :

- ↳ transmettre les conditions d'opération de la route
- ↳ répondre aux exigences de la tâche de conduite
- ↳ tenir compte des caractéristiques du conducteur

Les attentes globales sont donc de 3 types :

- A) attentes numériques**
- B) attentes verbales**
- C) attentes non-verbales**

Les attentes reliées à la route concernent :

- A) les caractéristiques de la route**
- B) le système de signalisation**

DRIVER EXPECTANCY CHECKLIST

A Design Review Tool

**Developed in a response to the research findings on the
Multi-state Pooled Funds Research Project entitled
“DIAGNOSTIC STUDIES OF HIGHWAY
VISUAL COMMUNICATION SYSTEMS”**

Published by the

**AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY OFFICIALS
341 National Press Building
Washington, D.C. 20004
Copyright 1972**

The results of this research point strongly to the fact that good driver communication is only achieved by proper coordination among all roadway and terrain features and the devices used to guide, warn, direct, regulate or control traffic operation. These results indicate that good roadway communication can generally be achieved within the current rules and regulations applicable to design and operation, *provided they are adequately coordinated and properly interpreted.*

Also, it has been shown that driver expectancy plays a very important role in driver communication. The driver uses the geometric configuration, delineation, markings, railings, intersections, and other roadway elements, as well as the natural and man-made features surrounding the roadway to develop an expectancy as to what lies ahead and how he should react to the situation. When the condition exists as he expects, then the road has communicated well with the driver.

The importance of driver expectancy as demonstrated by the research prompted the development of this Driver Expectancy Checklist. It is designed to serve as a convenient reference or reminder for use by the individuals and groups who make decisions regarding the various features that together make up the total roadway environment in which the driver operates. Properly used, it will assure integration of design and operational features of the roadway.

The checklist has been designed to serve the experienced as well as the novice. Although the material within the checklist may be quite familiar to some, it will serve as a reminder or procedural guide in the review process. To the novice, the checklist will serve as a convenient reference to assure the inclusion and coordination of all pertinent points of consideration in the design process.

The checklist has been reviewed by a substantial number of designers and traffic engineers from the 18 sponsoring states. More than 120 representatives of the various states reviewed the checklist, and a vast majority (more than 90%) favored the checklist concept. The checklist has been revised and improved substantially based on their reviews.

The Project Policy Committee views this checklist as a useful tool in achieving coordinated roadway communication systems based on driver expectancy. It is hoped that the various highway departments will make further improvements to the checklist through its application, and that they will share their ideas for improvement with others.

ROADWAY SITE

The most fundamental elements of the driver communication system begin with and to a large extent are determined by the natural features which exist around the roadway. Variations in the weather conditions, the existence of construction and maintenance operations, and a lack of continuity or consistency in basic design alter the environmental situation. The information reaching the driver from these many varied sources must blend into a comprehensive picture of the conditions which exist ahead; otherwise, the possibility for driver confusion and indecision exists.

The driver assimilates the many cues necessary for driving and establishes a course of action which must be taken in the near future. This decision making process is repeated on a continuous basis as the driver is provided new information. The items in this section concern the natural and man-made environmental situations as they relate to establishing driver behavior patterns or as they affect these patterns.

CONSISTENCY BETWEEN NATURAL FEATURES AND ROADWAY DESIGN

Check to See That:

- ___ The aesthetic treatment of the median and roadside has been designed to be harmonious with the general topography and vegetation in the area consistent with current safety and operating policies.
- ___ Where the driver's view ahead will be limited, the upcoming roadway alignment will not conflict with the alignment suggested by natural terrain features.
- ___ Intersections and interchanges are compatible with the topography and aesthetics (consistent with expected traffic operational requirements).
- ___ Consideration has been given to physically restraining animal movements, falling rocks, unusual drainage patterns, and other natural environmental elements which could constitute a hazard to the driver.

WHERE INCONSISTENCIES MUST EXIST BETWEEN ROADWAY DESIGN AND NATURAL FEATURES

Check to See That:

- ___ Complex geometrics requiring extreme operational changes have been avoided in situations where the driver might encounter unusual alignment due to natural features.
- ___ Available sight distance to the features of the roadway has been increased to provide the driver better view of any design inconsistencies.
- ___ Signing, delineation, vegetation, and other means have been used to clarify design inconsistencies.
- ___ Signing has not been used as a substitute for poor design.

DESIGN FOR WEATHER CONDITIONS

Check to See That:

- In mountainous terrain or at other locations where wind gusts significantly increase the driving hazard, the design has been modified to enhance safety.
- Pavement surface contours have been prepared and appropriate consideration has been given vertical alignment, cross slope and pavement surface to provide proper drainage. Special attention has been given to especially flat grades, curve transitions, and similar situations where drainage of the standard pavement cross-section may be inadequate under heavy rainfall conditions.
- In areas where sporadic freezing temperatures are experienced, some type of changeable message sign has been provided to warn drivers of potential icing conditions on bridge decks.
- The alignment on bridges and roadways approaching bridges does not increase the hazard of ice on the structure.
- The potential for, and expected frequency of, heavy fog has been evaluated, and emphasis has been placed on simplifying the geometric design where fog or other atmospheric interference is likely to cause a significant visual problem.
- On sections of roadway over which pockets of disabling fog prevail fairly frequently, appropriate warning signs to alert the driver have been considered.
- Pavement edge striping in combination with either fixed illumination or post-mounted delineators has been included to provide reasonably adequate delineation of major roadways under a variety of adverse weather conditions.
- Whenever possible, a sight distance greater than the minimum value has been provided to enhance safety during periods of adverse weather.
- Where minimum design standards must be utilized, the coefficient of friction used in the design process has been selected with due consideration of typical adverse weather conditions.
- Where adverse weather conditions frequently impair visibility and/or available pavement friction, the "forgiving" roadside design concept has been considered, particularly in areas of high friction demand.

ROADWAY DESIGN FOR RURAL HIGHWAYS

Check to See That:

- The spacing between successive intersections is adequate to insure operational safety.
- All intersections have been located to provide greater than the minimum sight distance for approaching traffic.
- Consideration has been given to adding lanes for turning traffic at intersections to reduce delay and accident potential.
- Intersection channelization has been designed to insure a high degree of operational safety.

- Minor roadways join major roadways with T-intersections wherever possible.
- On a highway with 'critical grades or substantially restricted passing opportunities, consideration has been given to the initial construction of climbing lanes or a continuous 4-lane section.
- Design standards greater than handbook minimums, particularly with regard to sight distance to the roadway features, have been applied to improve the communication of the roadway with the driver.
- The design provides the highest level of service attainable at reasonable cost.

ROADWAY DESIGN FOR FREEWAYS LOCATED IN RURAL AREAS

Check to See That:

- A consistent pattern of interchanges has been utilized to minimize driver confusion.
- Interchange design has been simplified to provide better driver understanding and to permit effective directional signing.
- The relatively high potential for wrong-way movements at interchanges has been recognized and considered in the design process.
- Access and egress areas have been designed to afford the driver maximum visibility at merging and diverging areas.
- A variable median width has been considered to take advantage of natural features.
- Consideration has been given to reducing driver monotony on long tangent sections by varying the width or aesthetic treatment of the median.
- Highway lighting has been considered for critical interchange areas to provide the motorist with adequate information for safe and efficient operation.

ROADWAY DESIGN FOR FREEWAYS LOCATED IN URBAN AREAS

Check to See That:

- Interchange spacing is consistent with good design practice and provides proper access to the surrounding arterial street network.
- A consistent pattern of interchange types has been used to minimize driver confusion.
- Interchange design has been simplified to provide better driver understanding and to permit effective directional signing.
- Where a partial interchange is used, a comprehensive scheme of trailblazing to the next interchange has been provided. (Drivers who have exited from a freeway expect to be able to reenter in the same vicinity.)
- The relatively high potential for wrong-way movements on urban interchanges has been recognized and treated in the design of frontage roads, ramp channelization, and signing.

- All main lanes have been retained through each interchange area, and necessary lane drops are accomplished between interchanges without other decision points.

STREET DESIGN FOR URBAN AREAS

Check to See That:

- The street has been designated as an arterial, a collector, or a local street, based on a review of land use and expected traffic demand.
- Local streets have been specifically designed to carry light traffic over an indirect, low-speed alignment requiring a minimum number of special control devices.
- Collector streets have been designed to discourage through traffic in a residential area by following indirect and discontinuous alignment.
- Major arterials have been designed to protect the traffic function by limiting intersection spacing and direct property access.
- An effort has been made to maximize the use of T-intersections on local and collector streets.
- Where reversible lane operation is used, special traffic control devices have been included in the design.
- Trailblazing with route markers has been considered where the approach to a major interchanging or intersecting facility may not be clear to the unfamiliar driver.
- Median design for an arterial street satisfies the relative operational requirements for through and left-turning traffic.

CHANGES IN CROSS SECTION ELEMENTS SUCH AS SHOULDER WIDTH, LANE WIDTH, OR SIDESLOPE

Check to See That:

- The design provides the driver with a sense of route continuity.
- Every effort has been made to avoid situations where local roads or exit ramps continue straight ahead when the major roadway turns.
- Adequate transition and clarifying information has been provided the driver well in advance of the point where a new and different roadway design is encountered by the driver.
- Additional sight distance is provided at points where adequate transitions cannot be provided between two sections of different cross section design. (Warning signs are not always effective in alerting the driver to this situation.)
- The need for highway lighting along transitions and at major intersections has been considered.

MAINTENANCE AND CONSTRUCTION OPERATIONS WHICH ALTER THE SITUATIONS EXPECTED BY THE DRIVER

Check to See That:

- Detours and other temporary roadways have been designed to the same geometric standards as the connecting roadway.
- Traffic management during construction and maintenance operations has been properly planned and coordinated, regardless of the expected duration of the activity.
- Periodic on-site reviews have been scheduled to insure that construction and maintenance signing and delineation are adequate and properly maintained.
- The speed zones established for construction and maintenance areas are realistic.
- Provisions have been made for speed zones to apply only during periods when such restrictions are necessary.
- Specialized channelization and guidance devices (delineation, markings, or lighting) have been considered for maintenance and construction areas.
- Provisions have been made to replace pavement markings daily when markings are obliterated by construction or maintenance operations.

CONSISTENCY OF TRAFFIC CONTROL AND INFORMATION ON ALL ROADWAYS

Check to See That:

- Guide signs have been presented in a consistent manner.
- All traffic control devices have been applied in a uniform manner.
- Greater than minimum stopping sight distances have been used wherever practical to provide greater response time and a better view of the roadway.
- Liberal response times have been used in determining placement and spacing of signs.
- The lowest expected sign reflectance has been considered in the longitudinal and lateral placement of the signs.
- Sign design and installation have been applied uniformly in the sense that similar types of signing are presented in similar decision situations.
- Unique situations have received special attention regarding the types of traffic control devices used.
- Repetition of directional sign messages has been provided to decrease the probability of drivers failing to see them.
- The uniform application of control devices and roadway design has been integrated to provide the best possible communication system.

THE DRIVER

The driver is the critical link in the driver-roadway-vehicle system, and the design of every traffic facility involves certain assumptions concerning the expected behavior patterns of drivers. The design engineer frequently must make decisions on the various geometric features which include implicit assumptions regarding how the driver will operate his vehicle. Should the design decision not be compatible with the actual driver response, inefficient operation and a need for an unusual number of traffic control devices may result.

This section concerns the assumptions which a majority of drivers make in driving unfamiliar roadways. The unfamiliar driver is considered to be the "design driver." The communication system required by the unfamiliar driver will in large measure meet the basic needs of the other classes of drivers.

THROUGH TRAFFIC MOVEMENTS

Check to See That:

- Care has been taken at points where the highway divides to insure that the alignment and land configuration clearly indicate the major roadway.
- Horizontal curves are designed to provide proper balance between the operating speed on the approach roadway and on the curve.
- The safe operating speed on both legs of diverging roadways is consistent with approach speeds.
- Consideration has been given to optimizing the movement of through vehicles by such traffic engineering methods as progressive signal systems, one-way operation, reversible flow, and separation of turning movements.

TURNING MANEUVERS AND ROUTE CHANGES

Check to See That:

- The design of freeway interchanges satisfies the expectancy that all freeway exits will be on the right.
- The design of the interchange satisfies the expectancy that right turns onto freeways from an arterial are made in advance of the grade-separation structure.
- The design of the interchange satisfies the expectancy that left turns onto freeways from an arterial are made beyond the interchange structure.
- Where the above expectancies are not satisfied by an initial design, the use of alternative re-designs has been given first priority, the provision of greater sight distance second priority, and the intensive application of traffic control devices third priority.
- At major intersections protection of left turning vehicles has been achieved by channelization.

L'USAGER DE LA ROUTE

- Consideration has been given to the operational difficulties imposed on those drivers who enter the arterial from minor side roadways particularly where non-traversable medians are used on an arterial street.
- Geometric design and pavement markings have been carefully selected in recognition of the fact that extended visibility of the roadway ahead is essential to driver communications.
- Where pavement messages have been used, they are used in conjunction with signing.
- The type of signs (i.e., unlighted reflectorized signs, externally illuminated signs, or internally illuminated signs) have been chosen on the basis of the level of illumination in the area.
- The placement of post-mounted delineators clearly outlines the path for the driver.
- Diagrammatic signing has been used where needed for complex intersections and interchanges.

POINTS OF INGRESS AND EGRESS

Check to See That:

- Operational peculiarities (i.e., one-way flow) of a roadway serving a significant traffic generator have been clearly indicated by a uniform scheme of signing and pavement markings.
- Where directional signing to important destinations is provided (i.e., hospitals, police stations, parks, public institutions, etc.), a system of directional signs or trailblazers has been consistently applied from the point of their introduction until their purpose is fulfilled.
- Driveways have been designed to meet the driver's expectancy through effective control of right-of-way encroachment and driveway design standards.
- Points of access and egress are located in areas with good sight distance and away from sight-restricting features such as curves or grades.

THE VEHICLE

The performance characteristics of vehicles in the traffic stream have a dramatic influence on the safety and efficiency of operation on the highway system. Radical changes in operating speeds result in unexpected traffic situations for the driver. The design process must, wherever possible, eliminate the conditions which result in the necessity for substantial speed changes.

The vehicle performance characteristics for the lowest-powered legal vehicle expected to use the facility on a frequent basis has been assumed. The performance of the vehicle in relation to the various elements of the roadway is of primary concern in this section.

VEHICLE PERFORMANCE

Check to See That:

- The vertical alignment has been evaluated to determine the performance on grades of the AASHO design heavy truck.
- A suitable climbing lane or continuous auxiliary lane has been added on all critical grades which cannot be adequately redesigned.
- Entrance ramps and acceleration lanes have been designed to account for the effects of the grade and alignment.
- Deceleration lanes have been designed to provide the greater deceleration distances required by trucks and buses.
- The length of sag vertical curves exceeds the minimum value wherever possible to provide greater headlight sight distance.
- In mountainous areas roadways which have long, steep downgrades have been provided with escape lanes to decelerate heavy vehicles which run out of control.

DESIGN REVIEW

When considered separately, the various elements that go together to make up the total design generally result in a design that satisfies all the minimum criteria, but does not necessarily meet the requirements of the driver. In the design review process, the major task is to examine the aggregation of the various design elements to assure that the driver's communication needs have been satisfied.

The items included in this section concern the complexity of the driving task at each point along the roadway. The primary considerations in evaluating task complexity are the number of decisions required of the driver at each point and the separation between decision points.

DESIGN REVIEW

Check to See That:

- The complexity of the driving task in which the driver makes a direction change has been examined.
- The complexity of the driving task in which the driver is expected to make a speed change has been examined.
- The consistency of the driving task requirements has been examined.
- Similar situations have been treated in a similar manner throughout the design.
- Consistency between information supplied to the driver by the communication system and the information gained from the design features of the roadway has been achieved.

3.8 Hauteur des yeux

A) Conducteur

↪ La hauteur des yeux et de l'obstacle varie selon l'organisme et la nature de la tâche à accomplir

↪ le tableau et les figures ci-bas fournissent les renseignements sur ces données

Hauteur (en mètre) des yeux et des obstacles

TYPE DE MANOEUVRE	AASHTO 1990		Obst.	ARTC 1987		MTQ 1993	
	Yeux			Yeux	Obst.	Yeux	Obst.
	P	SU					
ARRÊT	1,07	2,44	0,15	1,05	0,38 0,15	1,05	0,38
DÉPASSEMENT	1,07	2,44	1,20	1,05	1,30	1,05	1,30-0,15 = 1,15
ANTICIPATION	1,07	2,44	0,15	1,05	0 à 0,38	1,05	0 à 0,38

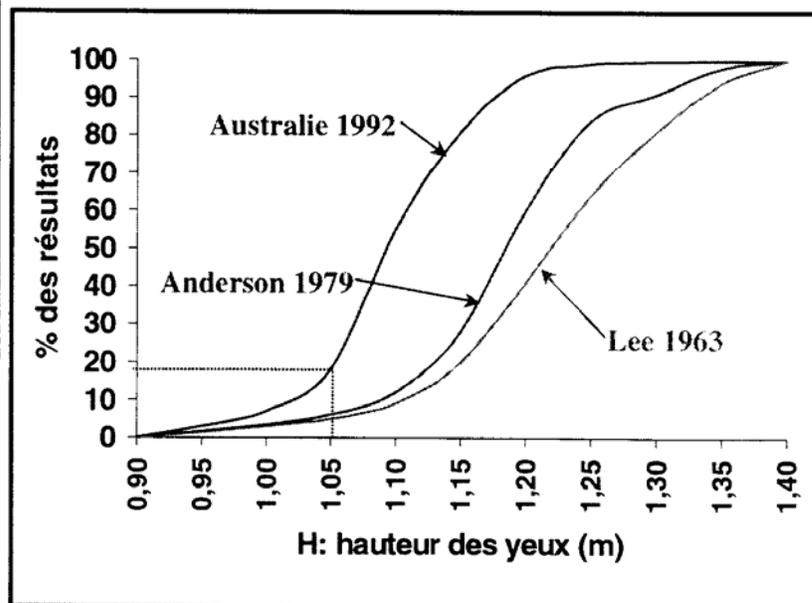
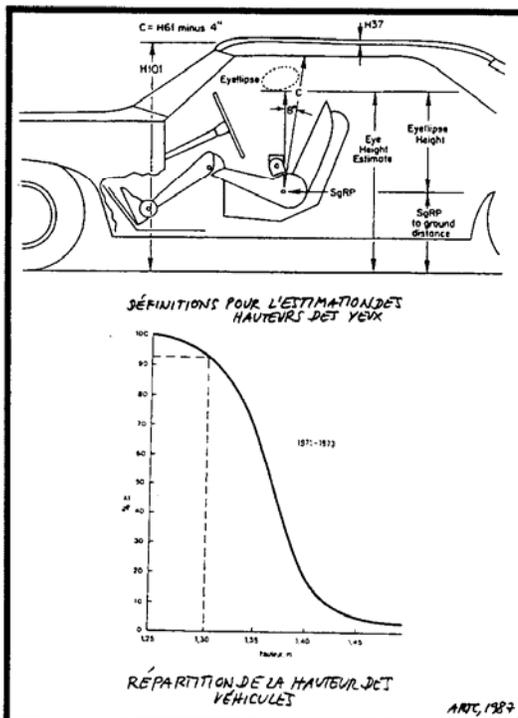


Figure 3.20 : Distribution de la hauteur des yeux

B) Piéton

↳ correspond à celle des yeux d'une fillette de 6ans (âge scolaire) aux environs du 5° centile le plus bas

↳ hauteur de 0,95 m obtenue comme suit :

- taille fillette au 5° centile le plus bas¹ = 1,07 m
- distance approximative entre le dessus de la tête et les yeux $\approx 0,10$ m
- hauteur des yeux = $1,07 - 0,10 \approx 0,95$ m

1 source : Croissance staturo-pondéral des filles de 2 à 18 ans, National Center for Health (NCHS) Hyattsville, Maryland, Ross Laboratories, 1980

Valeurs normalisées associées au conducteur

Élément de conception	Caractéristique du conducteur	Norme	Centile de conception
Distance de visibilité d'arrêt	Temps de perception-réaction	2,5 sec	90
Distance de visibilité de décision	<input type="checkbox"/> temps de perception <input type="checkbox"/> temps de décision	1,5 – 3,0 sec 4,2 – 7,0 sec	
Distance de visibilité au dépassement	Temps de la manœuvre initiale (PIEV inclus)	3,6 – 4,5 sec	
Distance de visibilité aux carrefours <input type="checkbox"/> Cédez <input type="checkbox"/> Arrêt <input type="checkbox"/> Traversée <input type="checkbox"/> Virage	Temps de <input type="checkbox"/> Perception-réaction <input type="checkbox"/> Perception-réaction <input type="checkbox"/> Perception-réaction <input type="checkbox"/> Perception-réaction	1,5 – 2,0 sec 2,5 sec 2,0 sec Assumer 2,0 sec	90 petit % de + lents
Distance de visibilité à un passage à niveau <input type="checkbox"/> Triangle visibilité <input type="checkbox"/> Traversée (arrêt)	Temps de <input type="checkbox"/> Perception-réaction <input type="checkbox"/> Perception-réaction	2,5 sec 2,0 sec	90
Sommet de courbe verticale	<input type="checkbox"/> Perception-réaction <input type="checkbox"/> Hauteur des yeux	2,5 sec 1,05 m	90 moyenne
Creux de courbe verticale	Temps de Perception-réaction	2,5 sec	90
Courbe horizontale	Comfort (force sur le corps); coefficient de frottement latéral comme indicateur	Varie avec le déver et la vitesse 0,10 – 0,17	
Visibilité à une courbe horizontale	Temps de Perception-réaction	2,5 sec	90
Mesure de Distance de visibilité	Hauteur des yeux	1,05 m	moyenne