COURS

THÉORIE DE LA CIRCULATION

CIV6705

APPLICATIONS

(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 2003

QUELQUES PROBLEMES PARTICULIERS

LES RETARDS AUX CARREFOURS

LES CARREFOURS SANS FEUX

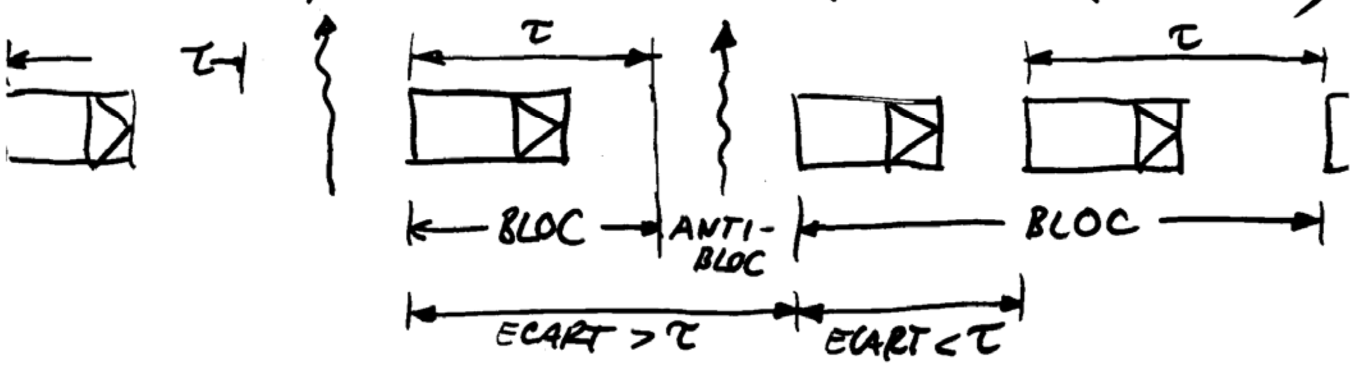
CES PROBLEMES SONT PLUS COMPLEXES QUE CEUX MENTIONNES PRECEDEMMENT. LE RETARD DEPEND:

- DE L'ACCEPTATION DES CRENEAUX.
- DE LA DISTRIBUTION DES CRENEAUX DANS LE COURANT PRINCIPAL.
- DE LA DISTRIBUTION DES CRENEAUX DANS LE COURANT SECONDAIRE.
- DU GENRE DE REGULATION (STOP, FEUX, CEDER)
- GENRE D'UNITE (PIETON OU VEHICULE)

ON DISTINGUE EN EFFET PIETONS ET VEHICULES, CAR LA MANIERE DE TRAVERSER LE CARREFOUR EST DIFFERENTE. (PIETONS TRAVERSENT EN GROUPE, LES AUTOMOBILES TRAVERSENT UN APRES L'AUTRE)

DEFINITIONS ET REMARQUES GENERALES

- UN PIETON OU UN VEHICULE (UNE UNITE) PEUT TRAVERSER LORSQUE LE CRENEAU EST PLUS GRAND QUE LE CRENEAU CRITIQUE τ.
- LE TEMPS EST DIVISE EN TEMPS DE BLOCAGE (BLOCS) ET TEMPS DE PASSAGE LIBRE (ANTIBLOCS)



- LES TEMPS DE BLOCAGE ET DE PASSAGE LIBRE SUIVENT UNE DISTRIBUTION DE PROBABILITE, ET NE SONT PAS DETERMINISTE COMME DANS LE CAS DU CARREFOUR A FEUX.
- ON SUPPOSE UNE <u>DISTRIBUTION NEGATIVE EXPONENTIELLE</u> DES ECARTS DANS LE COURANT PRINCIPAL.
- ON ETUDIE LE PASSAGE DES UNITES PENDANT UN TEMPS T. LE NOMBRE EST qT ET ECART MOY $= \bar{h}$

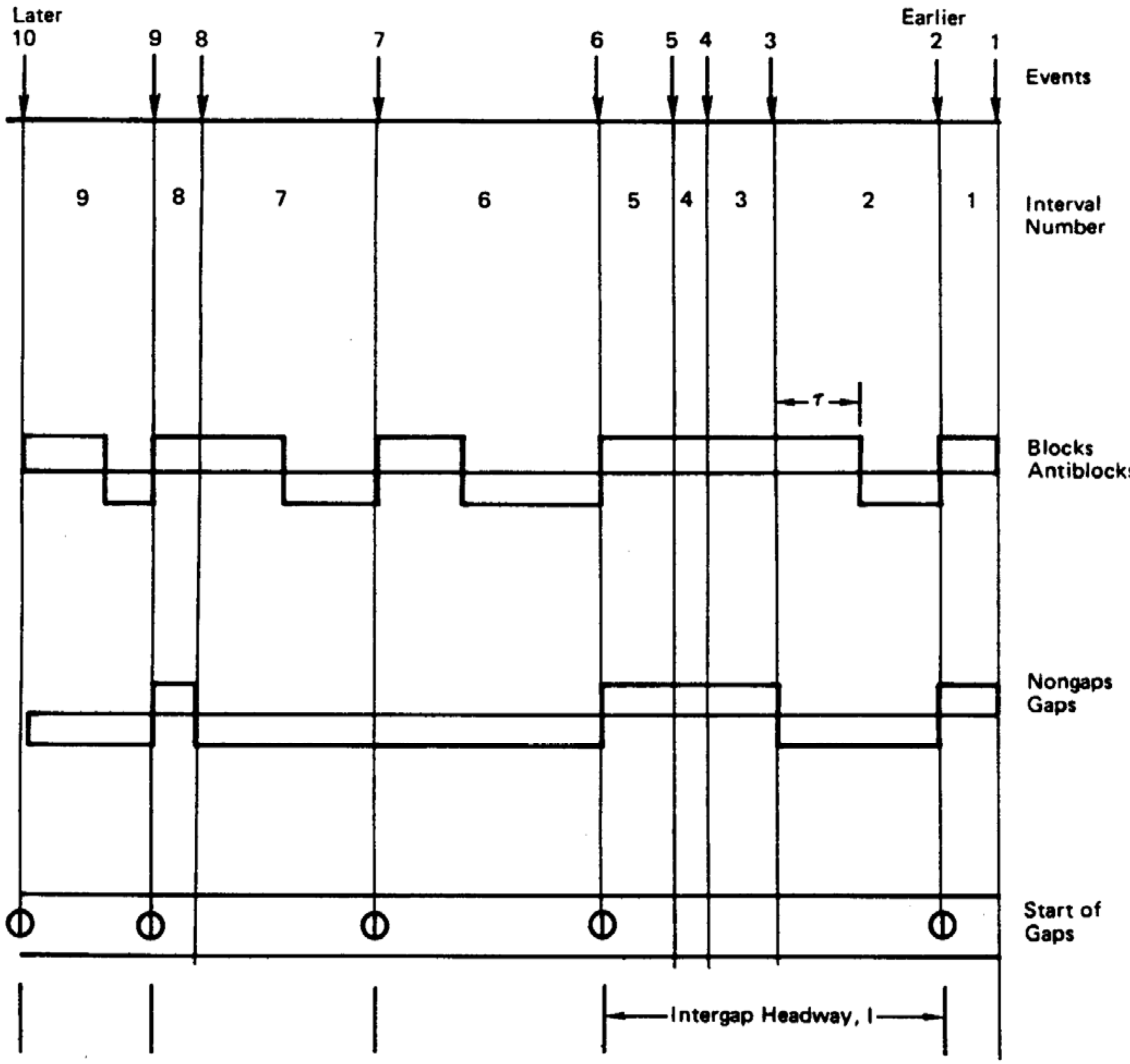
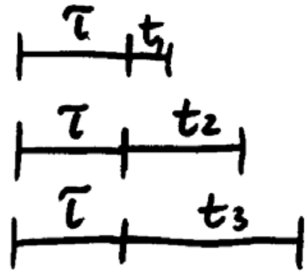


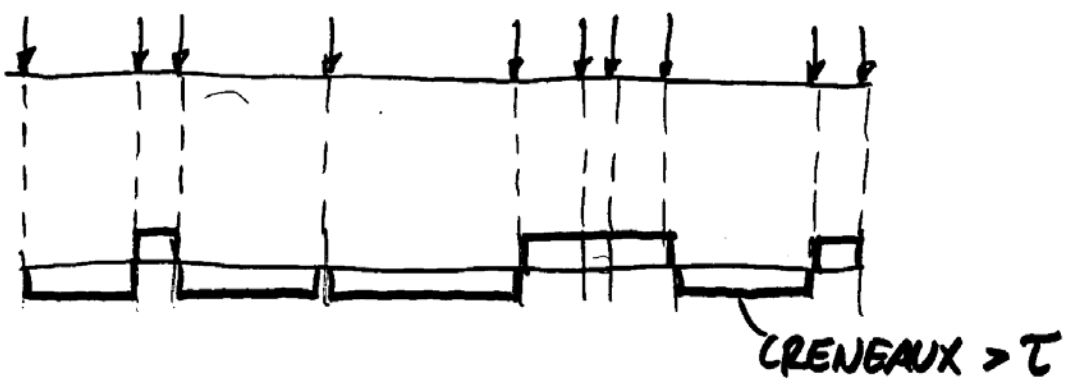
Figure 8.3 Definitions of time interval for stream flow.

<u>CALCUL DU RETARD POUR UN VEHICULE OU DES PIÉTONS QUI VEULENT TRAVERSER UNE RUE PRIORITAIRE</u>

ON A BESOIN D'UN CRENEAU CRITIQUE DE τ.

ON PEUT TRAVERSER DANS TOUS LES CRENEAUX $> \tau$





LA SOMME DES TEMPS OÙ ON NE PEUT PAS TRAVERSER, DIVISEE PAR LE NOMBRE DE BLOCS DONNE LA DUREE MOYENNE D'ATTENTE.

LE NOMBRE DE CRENEAUX $> \tau$: ($\equiv$ NOMBRE DE BLOC)

$$n(h > \tau) = qTe^{-q\tau}$$

CALCUL DE LA SOMME DE TEMPS DANS LES CRENEAUX $> \tau$.

CE TEMPS SE COMPOSE DE :

$$T_C = t_1 + t_2 + t_3 + \dots\dots\dots + n \cdot \tau = T_A + n\tau$$

TOUT CRENEAU QUI PERMET DE TRAVERSER, A UNE DUREE DE : $\tau + t$ (où t va de 0 à ∞)

$$n(>(\tau+t)) = qTe^{-(\tau+t)}$$

LE NOMBRE ENTRE $t + dt$

$$n(t, t+dt) = qTq\,e^{-q(\tau+t)}\,dt$$

LA DUREE DE TEMPS

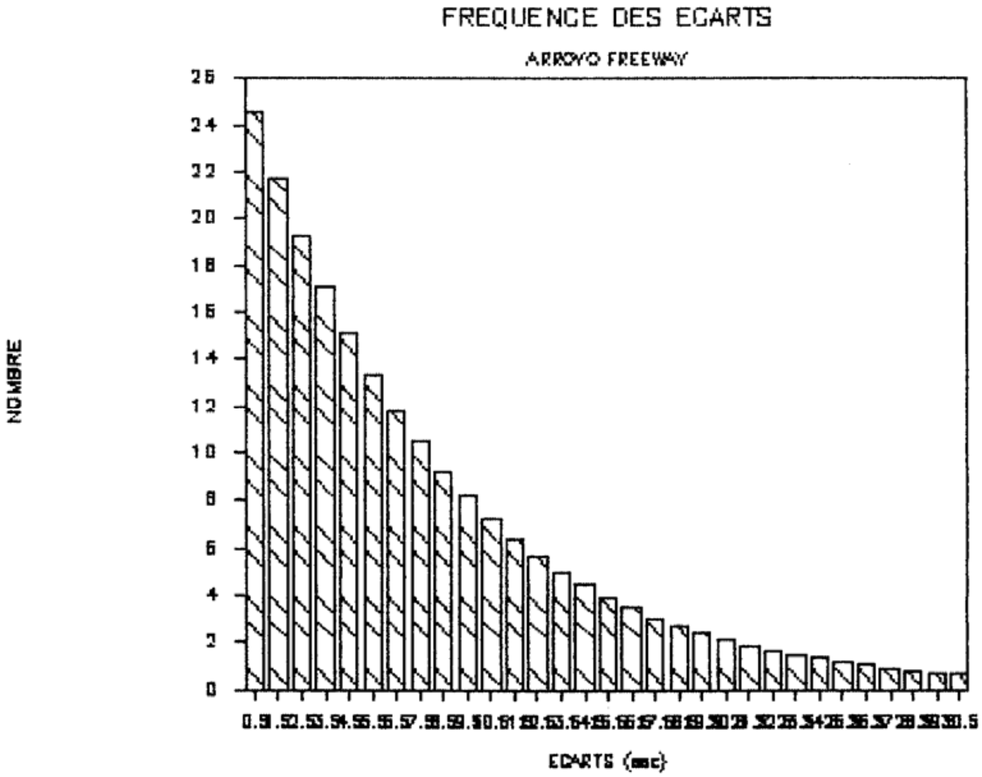
$$T_A(t, t+dt) = n(t, t+dt) \cdot dt = Qqt\,e^{-(\tau+t)}dt$$

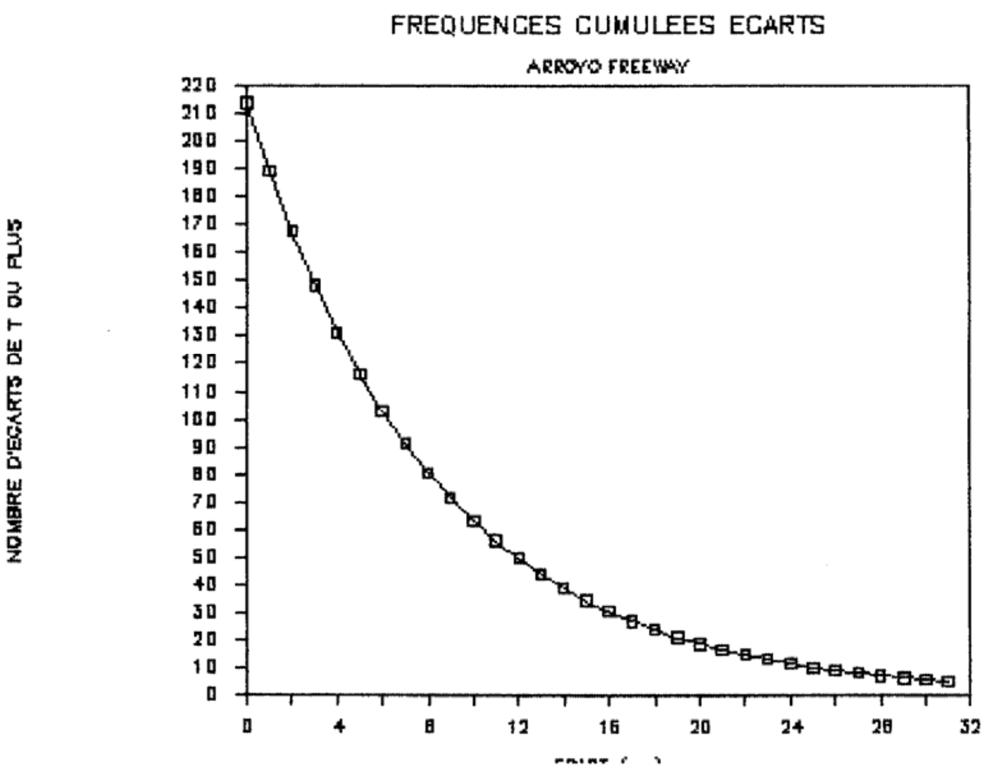
LE TEMPS TOTAL SUR TOUS LES CRENEAUX $> \tau$

$$T_A = Qqe^{-q\tau}\int_0^\infty te^{-qt}dt = Qqe^{-q\tau}\left[-\frac{1}{q}\left(te^{-qt} + \frac{1}{q}e^{-qt}\right)\right]_0^\infty$$

$$T_A = Te^{-q\tau}$$

$$\boxed{T_C = Te^{-q\tau}(1 + q\tau)}$$


FREQUENCE DES ECARTS
ARROYO FREEWAY
NOMBRE
ECARTS (sec)


FREQUENCES CUMULEES ECARTS
ARROYO FREEWAY
NOMBRE D'ECARTS DE T OU PLUS

Ecarts entre vehicules exemple Arroy

ecart	frequence cumulee	frequence	
0	214		
1	189.4217	24.57824	0.5
2	167.6663	21.75539	1.5
3	148.4095	19.25675	2.5
4	131.3645	17.04508	3.5
5	116.2770	15.08742	4.5
6	102.9224	13.35461	5.5
7	91.10165	11.82081	6.5
8	80.63848	10.46317	7.5
9	71.37702	9.261461	8.5
10	63.17925	8.197767	9.5
11	55.92301	7.256240	10.5
12	49.50016	6.422849	11.5
13	43.81499	5.685174	12.5
14	38.78276	5.032223	13.5
15	34.32850	4.454264	14.5
16	30.38581	3.942684	15.5
17	26.89595	3.489860	16.5
18	23.80691	3.089044	17.5
19	21.07265	2.734262	18.5
20	18.65242	2.420228	19.5
21	16.51016	2.142261	20.5
22	14.61394	1.896218	21.5
23	12.93550	1.678435	22.5
24	11.44984	1.485664	23.5
25	10.13480	1.315033	24.5
26	8.970810	1.163999	25.5
27	7.940498	1.030312	26.5
28	7.028518	0.911979	27.5
29	6.221282	0.807236	28.5
30	5.506757	0.714524	29.5
31	4.874297	0.632460	30.5
		209.1257	

$$f = 214 \cdot 0{,}122 \cdot e^{-0{,}122 \cdot 13{,}5} = 5{,}03$$

$$f_{cum} = 214 \cdot 0{,}122\, e^{-0{,}122 \cdot 14} = 38{,}78$$

$$\boxed{f_{cum} = Tq e^{-qt}} \quad \underset{\xrightarrow{\text{DIFF.}}}{\xleftarrow{\text{INTEGR.}}} \quad \boxed{f = Tqq e^{-qt}}$$

le nombre entre t et dt

$q = 0{,}122$ véh/sec

$qT = 214$

$T = 1754$ sec

le nombre > que t

LE CRENEAU MOYEN (SUR TOUS LES CRENEAUX $> \tau$)

$$\bar{T}_c = \frac{T_c}{\text{nombre de créneaux}} = \boxed{\bar{h} + \tau = \bar{T}_c}$$

LA DUREE DU TEMPS OÙ ON NE PEUT PAS TRAVERSER

$$T_N = T - T_c$$

$$\boxed{T_N = T - Te^{-q\tau}(1 + q\tau)}$$

LE RETARD MOYEN:

$$\bar{T}_N = \frac{T_N}{\text{nombre de blocs}} = \frac{T(1 - e^{-q\tau} - q\tau e^{-q\tau})}{qTe^{-q\tau}}$$

$$\boxed{E(t) = \frac{1}{qe^{-q\tau}} - \frac{1}{q} - \tau} \qquad \boxed{VAR(t) = \left(\frac{3600}{Q}\right)^2 \left\{ e^{\frac{Q\tau}{1800}} - \frac{Q\tau}{1800} e^{\frac{Q\tau}{3600}} - 1 \right\}}$$

LE RETARD MOYEN POUR LES PIETONS OU CONDUCTEURS SUBISSANT UN RETARD:

PROPORTION SUBISSANT UN RETARD $P(h < \tau) = 1 - e^{-q\tau}$

$$E_d(t) = \frac{\bar{T}_N}{1 - e^{-q\tau}} = \boxed{\frac{1}{qe^{-q\tau}} - \frac{\tau}{1 - e^{-q\tau}} = E_d(t)}$$

EXEMPLE: $Q = 720\ v/h$, $q = 0.2\ v/s$, $\tau = 5\ sec$

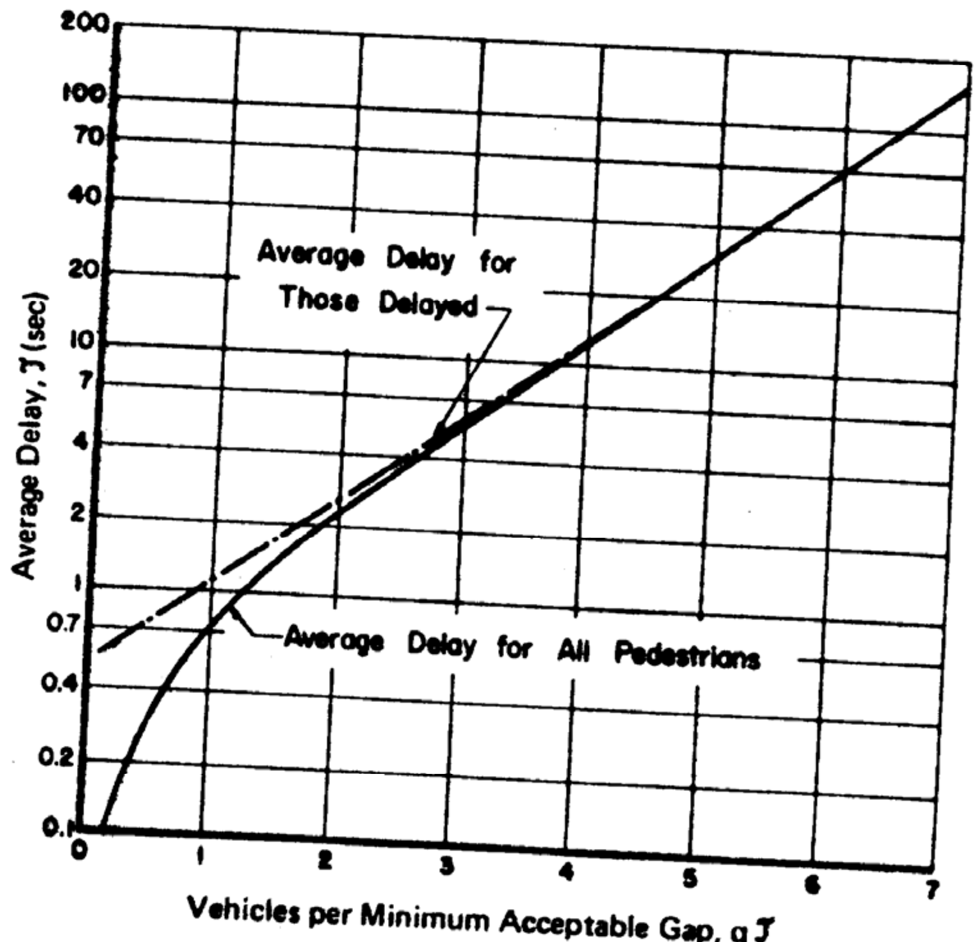


Figure 8.5 Average delay to pedestrians.[1]

$$E(t) = \frac{5}{e^{-1}} - 5 - 5 = 3.59s$$

$$\begin{cases} q\tau = 1 \\ \frac{E(t)}{\tau} = 0.71 \end{cases} \quad E(t) = 3.55$$

$$E_d(t) = \frac{5}{e^{-1}} - \frac{5}{1-e^{-1}} = 5.68$$

$$\begin{cases} q\tau = 1 \\ \frac{E_d(t)}{\tau} = 1.1 \end{cases} \quad E_d(t) = 5.5$$

APPLICATION

LA REGLEMENTATION POUR LES PIETONS

- IL Y A 3 NIVEAUX DE TRAITEMENT :
  1) AUCUN TRAITEMENT SPECIAL
  2) PASSAGE PROTEGE (CLOUTE, ZEBRE) AVEC PANNEAU
  3) PASSAGE PROTEGE AVEC FEU

- ON CONSIDERE 3 CRITERES POUR EVALUER LE BESOIN:

TRAITEMENT

a) LE DEBIT MINIMAL DE VEHICULES si ↗
b) LE DEBIT MINIMAL DE PIETONS ↗ si ↗ 2 3
c) LE DEBIT MAXIMAL DE PIETONS si ↗

a) SI UN CERTAIN DEBIT EST DEPASSE, ALORS LE RETARD POUR LES PIETONS S'ACCROIT EXCESSIVEMENT.

b) ON AIMERAIT QU'EN AUCUN MOMENT N'ATTEND PLUS QU'UN PIETON. LES PIETONS ATTENDENT LORSQUE LES CRENEAUX SONT < τ. (PENDANT LES TEMPS DE BLOCAGE).

c) LES AUTOMOBILISTES DEVRAIENT AVOIR 60% DU TEMPS TOTAL POUR TRAVERSER LE COURANT (ALEATOIRE) DES PIETONS.

CRITERE a) LE DEBIT DE VEHICULES MINIMAL.

SUR LES COURBES DE LA FIGURE 8,6 ON VOIT UN ACCROISSEMENT ACCENTUE DU RETARD DEPASSE LE POINT A. CES POINTS SE TROUVENT APEU PRES A :

$$D_{max.\ admissible} = 1.944\ \tau$$

(LE PRODUIT $q\tau = 1.666$)

DONC LE CRITERE EST REMPLI SI LE DEBIT DEPASSE:

$$\boxed{Q = \frac{6000}{\tau} \quad (\text{véh}/h)}$$

LE CRENEAU CRITIQUE τ SE CALCULE APPROXIM.

$$\boxed{\tau = \frac{R \cdot V}{48} + \frac{W}{v} + 2}$$

où : R = 2 ou 3 sec
V = Vitesse de la circulation km/h
W = Largeur de la rue en m
v = Vitesse du piéton en m/s (1 à 1.2)

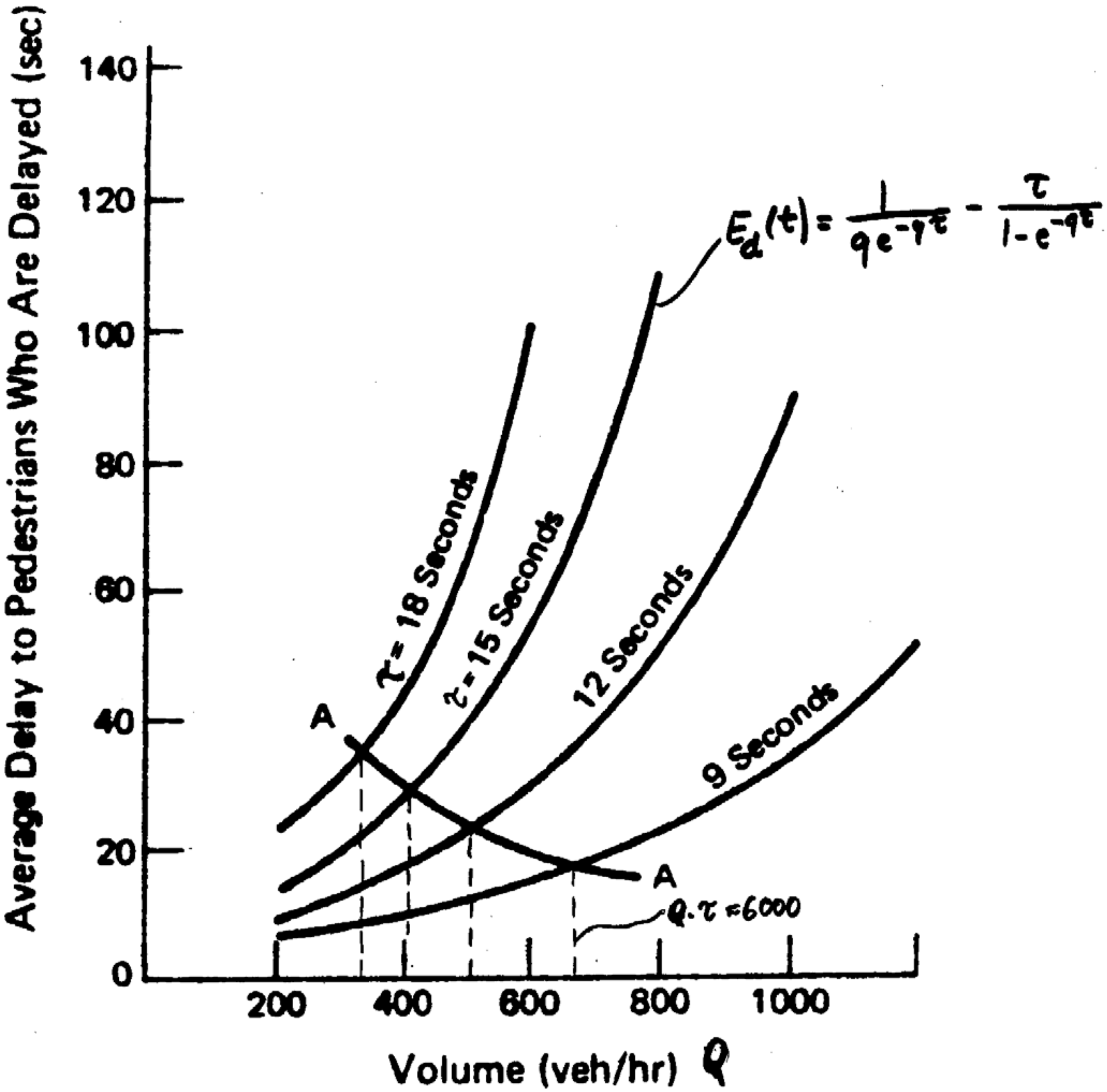


Figure 8.6 Pedestrian delay vs. vehicular volume.[17]

CRITERE b) DEBIT MINIMAL DE PIETONS

ON SUPPOSE EN MOYENNE UN PIETON PAR BLOC QUI SUBIT UN RETARD.

LE NOMBRE DE BLOCS EST EGAL A $Qe^{-q\tau}$ ET LA PROPORTION DE PIETONS RETARDE $(1-e^{-q\tau})$

$$P_i(1-e^{-q\tau}) = Q\cdot e^{-q\tau}$$

$$\boxed{P_i = \frac{Q e^{-q\tau}}{(1-e^{-q\tau})}} \quad \text{piétons/h}$$

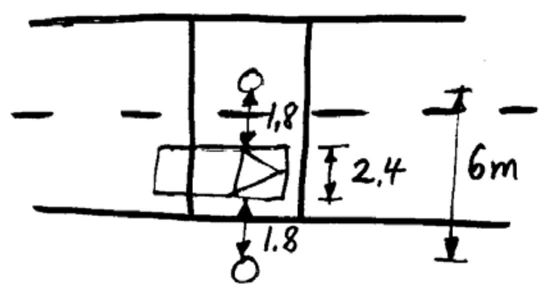
EXEMPLE:

$Q = 720$ v/h ; $q = 0.2$ veh/s ; $\tau = 9$s

$$P = \frac{720\cdot 0.165}{0.835} = 140 \text{ pi/h}$$

CRITERE c) DEBIT MAXIMAL DE PIETONS

- SI ON A ETABLI DES PASSAGES PROTEGES, ALORS LES CONDUCTEURS DOIVENT CEDER LE PASSAGE AUX PIETONS. ON VEUT ALLOUER 60% DU TEMPS DISPONIBLE AUX CONDUCTEURS.
- ON PEUT SUPPOSER DANS CE CAS QUE LES VEHICULES DOIVENT TRAVERSER LE COURANT ALEATOIRE DES PIETONS. L'INTERVALLE MINIMAL EST DONNE PAR LA DISTANCE DE SECURITE :



$$\tau = \frac{6}{v}$$

$(v = 1 \text{ à } 1.2 \text{ m/s})$

- LA PROBABILITE QUE LE VEHICULE NE SUBISSE PAS DE RETARD

$$e^{-P\tau/3600} = e^{-\frac{P}{600v}} = 0.6$$

- CETTE PROBABILITE DOIT ETRE EGALE A 60%

$$1.666 = e^{P/600v}$$

$$P \approx 300v$$

EXEMPLE : SI $v = 1.2$ m/s

ALORS ON A BESOIN D'UN FEU, SI LE DEBIT DE PIETONS DEPASSE 360 p/h

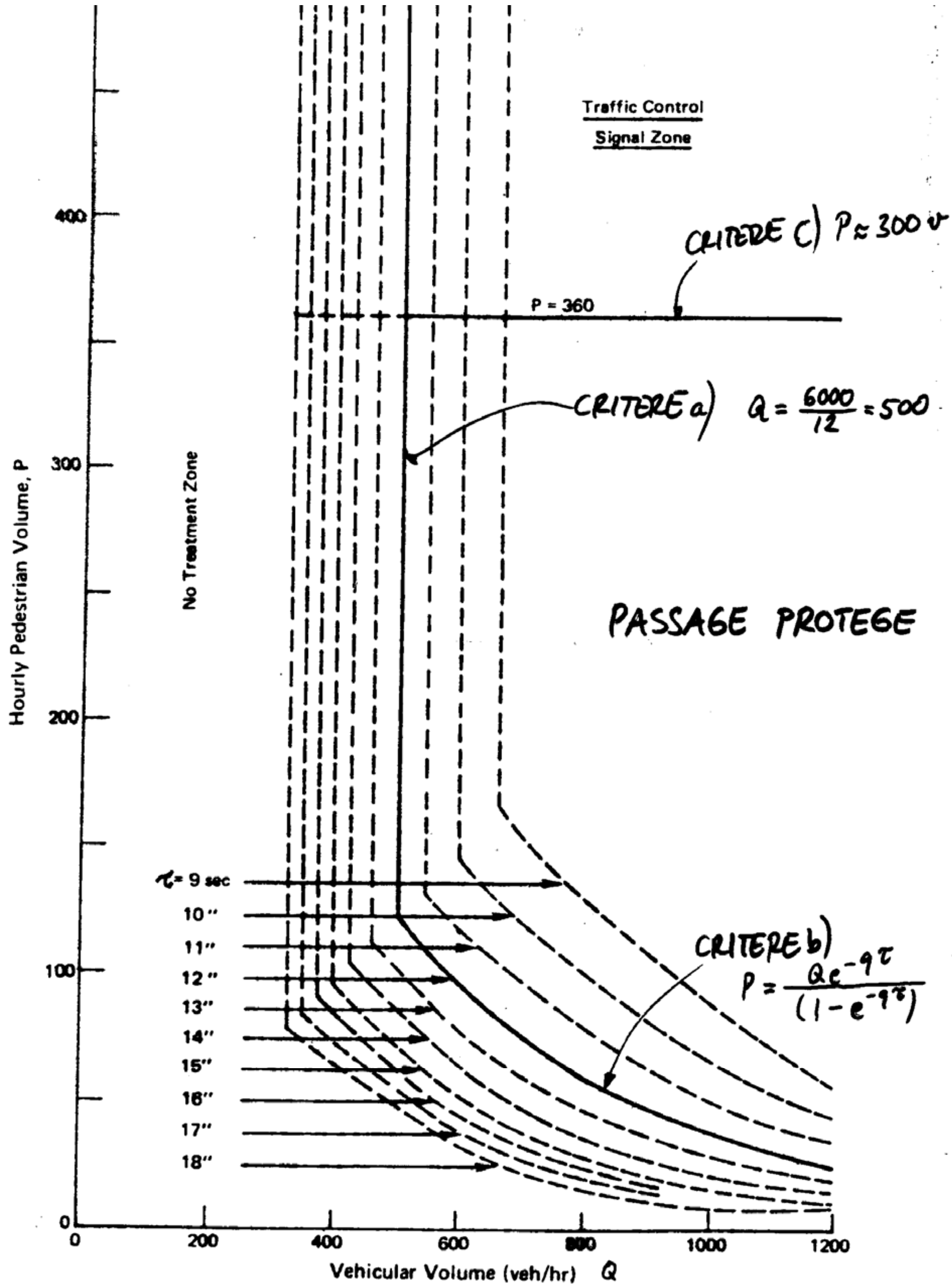


Figure 8.7 Warrants for pedestrian controls.[17]

PASSAGES POUR ECOLIERS ET PIETONS

NORME SIGNALISATION DU QUEBEC

- QUAND DOIT-ON INSTALLER UNE SIGNALISATION DE PASSAGE POUR ECOLIERS OU POUR PIETONS ?

  → QUAND LES RETARDS QUI LEURS SONT IMPOSES SONT TROP IMPORTANTS ET QUE LE NOMBRE DE CRENEAUX DANS LE FLOT DE CIRCULATION EST INSUFFISANT

- QUELS SONT LES CRENEAUX NÉCESSAIRES ?

$$\tau = \frac{L}{v} + S$$

OÙ L = LARGEUR DE LA CHAUSSEE + 2 m

v = VITESSE 1.2 m/s

S : 3 s TEMPS POUR REGARDER DES 2 COTES PRENDRE UNE DECISION ET DEBUTER LA TRAVERSEE.

2 s CRENEAU DE SECURITE ENTRE LA FIN DE LA TRAVERSEE ET L'ARRIVEE DU VEHICULE

- COMME VALEUR DE RETARD MOYENNE ON CONSIDERE

$$E(w) = \frac{1}{q e^{-q\tau}} - \frac{1}{q} - \tau$$

15 SECONDES MAXIMALES POUR PIETONS
8 SECONDES MAXIMALES POUR ECOLIERS

- ON PEUT CALCULER AVEC CETTE FORMULE UNE VALEUR MAXIMALE DE DEBIT POUR UNE CERTAINE LARGEUR DE CHAUSSEE DONNEE.
- EN CONSIDERANT UN FACTEUR DE POINTE DE 0.8 POUR LES VEHICULES ON TROUVE:

DEBIT	LARGEUR MAX ECOLIERS	LARGEUR MAX PIETONS
100	17	24.2
150	12	17.8
200	9.5	14.2
250	7.7	11.6
300	6.3	9.8
350	5.2	8.4
400	4.3	7.2
450	3.6	6.3
500	3	5.5
550	2.5	4.8
600	2.1	4.2
650	1.7	3.7

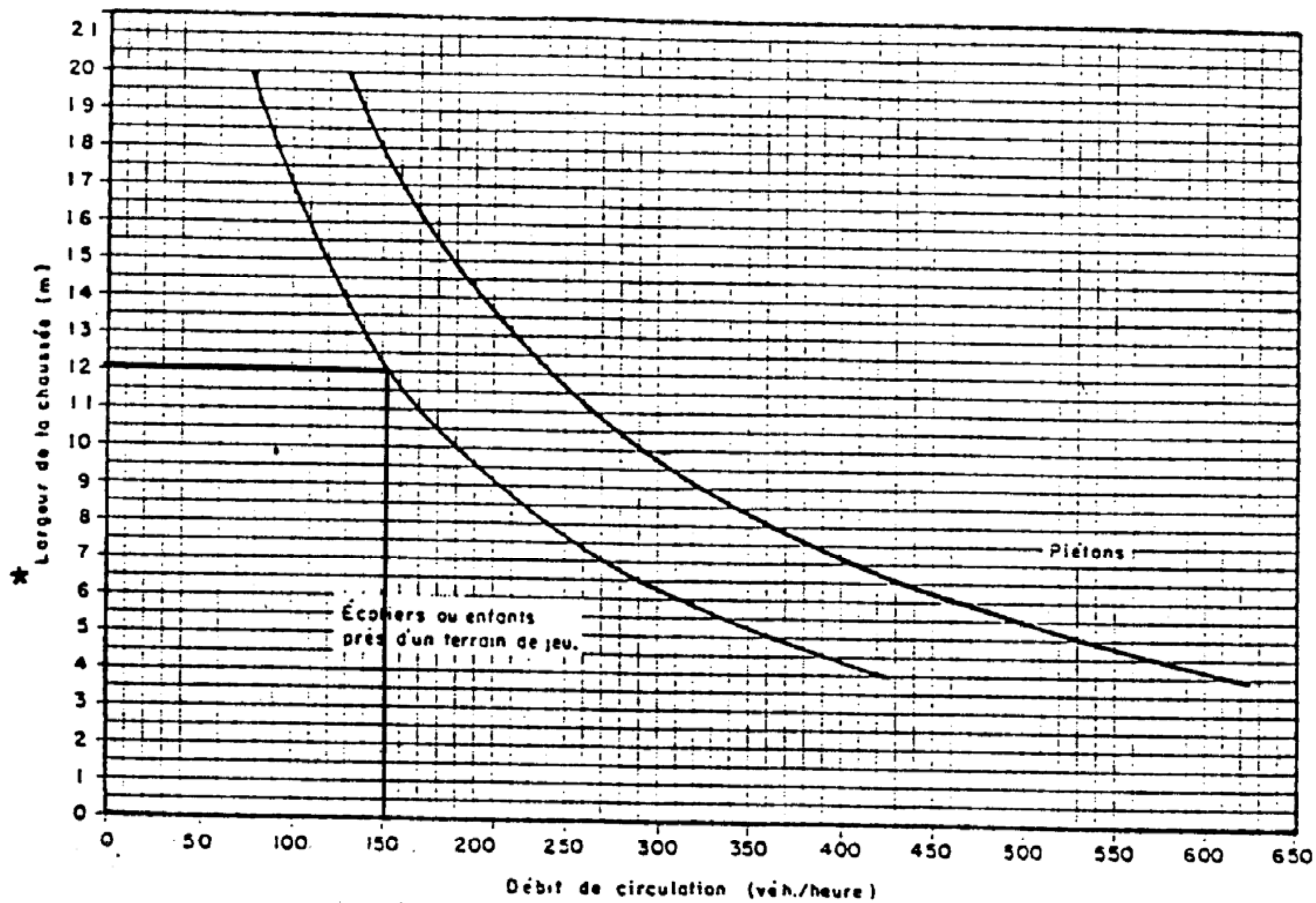


Figure 3

EX : LARGEUR DE LA CHAUSSEE 10m. ALORS LE DEBIT MAX. VEHICULAIRE NE DEVRAIT PAS DEPASSER 150 v/h / FHP = 188 v/h

- LE DÉBIT DES ÉCOLIERS, OU DES PIÉTONS NE DOIT PAS DÉPASSER UN CERTAIN MAXIMUM.

$$P = \frac{Q \cdot e^{-q\tau}}{(1 - e^{-q\tau})} * d/c$$

OÙ P : PIETONS /h

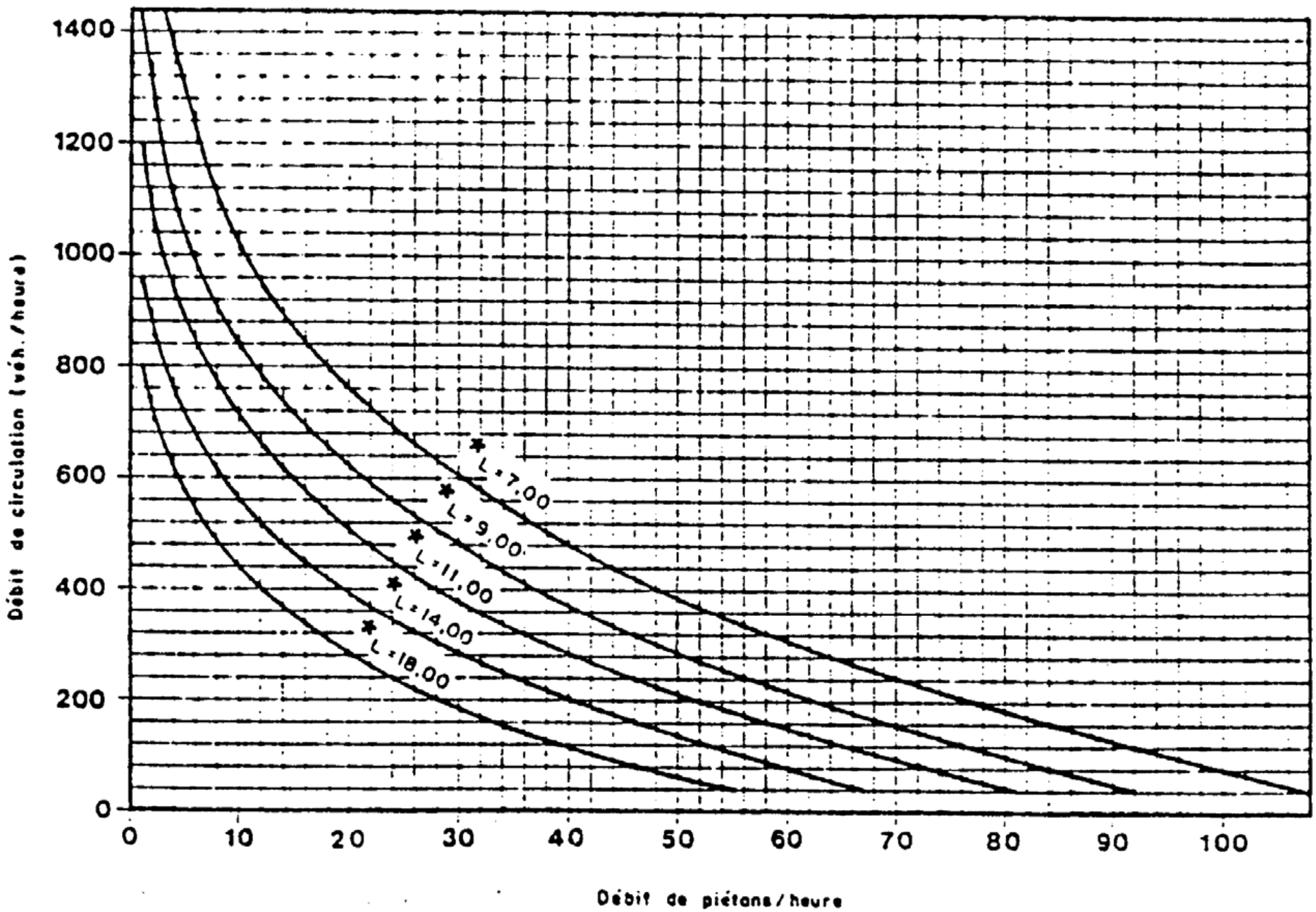
d/c : débit/capacité

0,35 POUR LES PIETONS

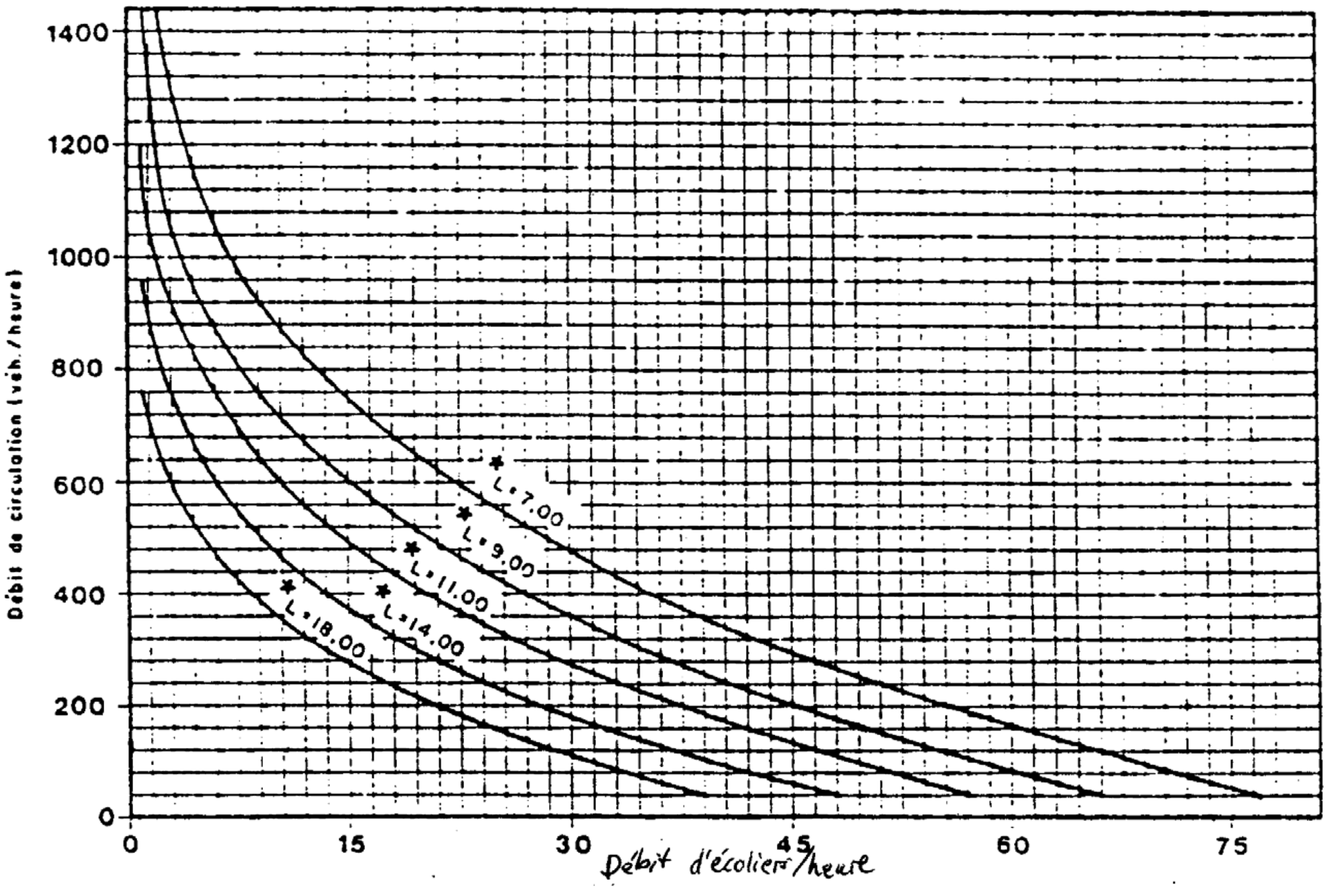
0,25 POUR LES ECOLIERS

Q : VEHICULES/h

- HYPOTHESES :
  - LES PIETONS PASSENT DANS 20 min (un par un) DURANT L'HEURE
  - LES ECOLIERS PASSENT DANS 15 min (un par un) DURANT L'HEURE
  - LA DISTRIBUTION DU DEBIT DES ECOLIERS OU PIETONS EST 100 : 1
  - ON APPLIQUE UN FHP = 0.8



Débit de circulation (véh./heure)
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
L = 7,00
L = 9,00
L = 11,00
L = 14,00
L = 18,00
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
Débit de piétons/heure



Débit de circulation (véh./heure)
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
15
30
45
60
75
Débit d'écoliers/heure
L = 7.00
L = 9.00
L = 11.00
L = 14.00
L = 18.00

- IL Y A 5 NIVEAUX DE MESURES D'INTERVENTION

1 : SIGNALISATION DE ZONE SCOLAIRE
2 : SIGNALISATION DE PASSAGE + ①
3 : BRIGADIER SCOLAIRE + ① + ②
4 : FEUX DE CIRCULATION ACTIVÉS PAR LES PIÉTONS + ① + ② + ③
5 : FEUX DE CIRCULATION

- SIGNALISATION DE PASSAGE (NIVEAU 2)

EST REQUISE SEULEMENT LORSQU'UN CERTAIN SEUIL DE RETARD EST DÉPASSÉ ET QU'UN NOMBRE MINIMAL D'ÉCOLIERS OU ENFANTS EXISTENT, AFIN D'ÉVITER LA MULTIPLICATION DE CE TYPE DE SIGNALISATION.

- BRIGADIER SCOLAIRE (NIVEAU 3)

UN ADULTE EST NÉCESSAIRE POUR CONTRER L'IMPATIENCE DES ENFANTS LORSQUE LE SEUIL MINIMAL DE RETARD EST DÉPASSÉ. IL LES FAIT TRAVERSER EN GROUPE.
LE BRIGADIER N'ARRÊTE PAS NORMALEMENT LA CIRCULATION MAIS ATTEND LE CRÉNEAU FAVORABLE.

- FEUX DE CIRCULATION (NIVEAU 4) ACTIVÉS

LORSQU'IL N'EXISTENT PLUS DE CRENEAUX ADEQUATS DANS LE FLOT DE CIRCULATION.

- FEUX DE CIRCULATION (NIVEAU 5)

LORSQU'IL N'EXISTE PLUS DE CRENEAUX ADEQUATS ET QUE LE NOMBRE D'ECOLIERS EN ACTIVANT LE SYSTEME FERAIT EN SORTE QUE LE TEMPS DE PASSAGE POUR LES VEHICULES DEVIENDRAIT DISPROPORTIONNE.

CARREFOURS SANS FEUX
LES VEHICULES

LE PROBLEME D'UN VEHICULE ISOLE QUI VEUT TRAVERSER OU CONVERGER UN COURANT DE VEHICULES.

RETARD POUR LES PIETONS OU POUR UN VEHICULE :

$$E(t) = \frac{1}{q e^{-q\tau}} - \frac{1}{q} - \tau$$

TANNER A DEVELOPPE LA FORMULE POUR LA VARIANCE :

$$VAR(t) = \frac{1}{q^2} \left\{ \frac{1}{e^{-2q\tau}} - \frac{2q\tau}{e^{-q\tau}} - 1 \right\}$$

CETTE DISTRIBUTION EST UTILE, CAR ELLE PERMET D'ESTIMER LA PROBABILITE D'ATTENTE D'UN VEHICULE ISOLE. (TABLEAU 3.5)

TABLE 3.5. PROBABILITY OF AN ISOLATED VEHICLE BEING DELAYED GREATER THAN W SECONDS

(Note: if q is measured in units/hr the τ must be expressed in hours)

W/τ \ $q.\tau$	0·25	0·50	0·75	1·0	1·5	2·0	3·0	4·0	5·0
0	0·221	0·394	0·528	0·632	0·777	0·865	0·950	0·982	0·993
0·5	0·124	0·242	0·350	0·448	0·610	0·729	0·876	0·945	0·976
1·0	0·026	0·070	0·173	0·264	0·442	0·594	0·801	0·908	0·960
2·0		0·017	0·049	0·099	0·238	0·397	0·670	0·839	0·927
4·0			0·004	0·014	0·068	0·176	0·469	0·716	0·864
6·0				0·004	0·020	0·079	0·320	0·625	0·813
8·0					0·006	0·035	0·228	0·538	0·760
10·0						0·016	0·159	0·462	0·711
15·0							0·065	0·317	0·602

EXEMPLE: $q = 0.1$ v/s, $\tau = 5s$, $q\tau = 0.5$ véh $\boxed{W = 5s}$

$\frac{W}{\tau} = 1$ DONC $P \approx 7\%$

BLUNDEN

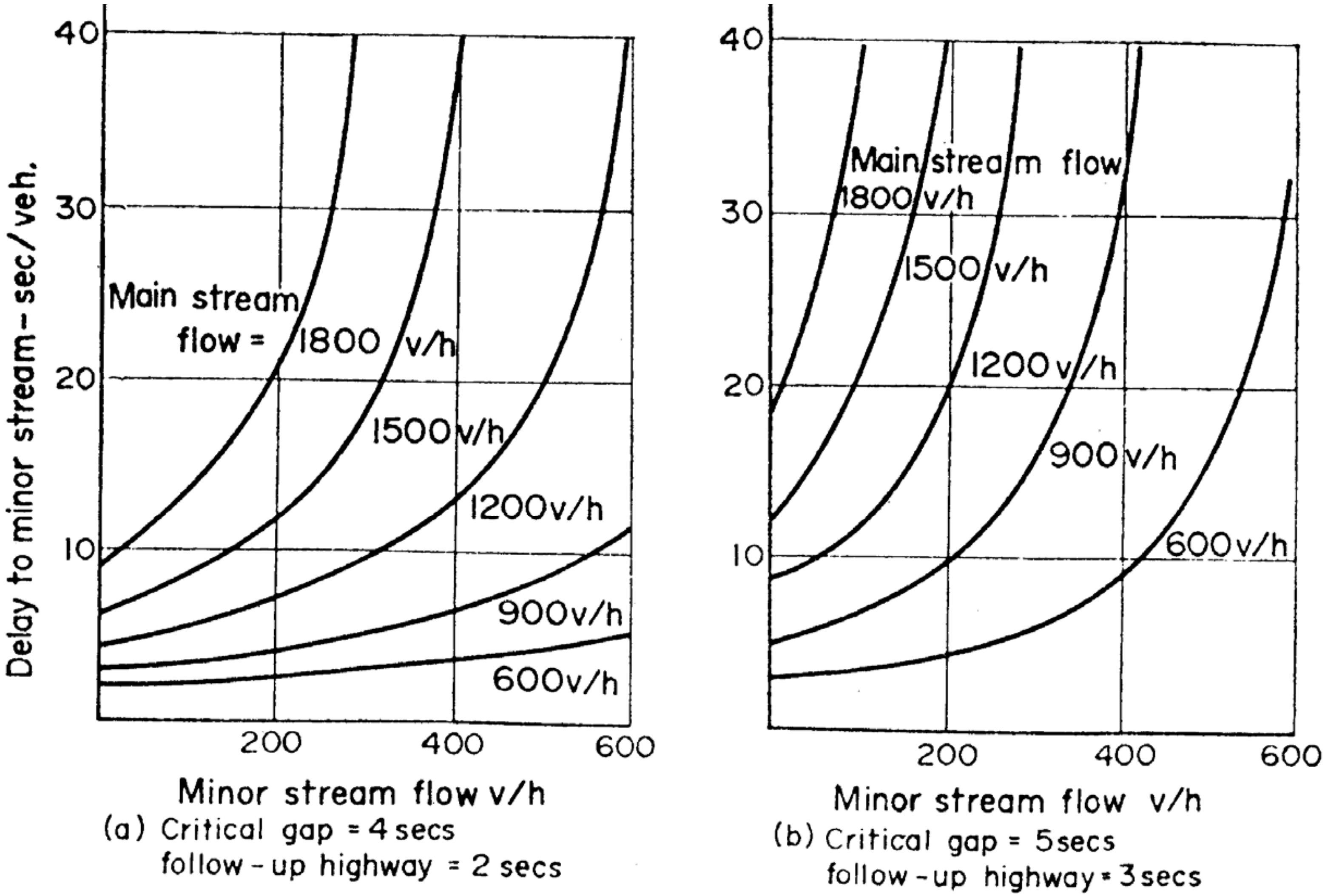
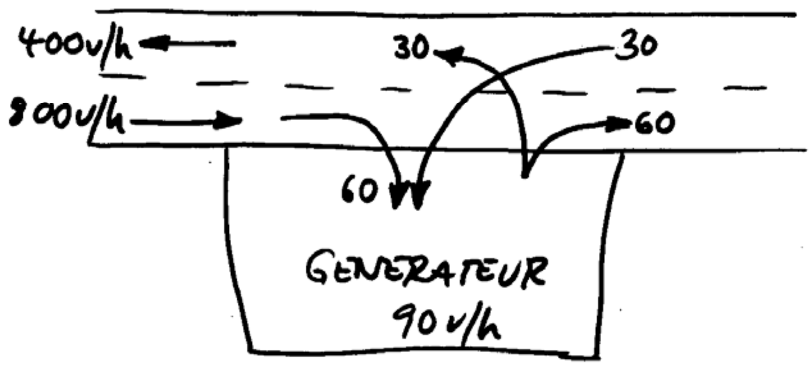


FIG. 3.8. Delay to vehicles wishing to enter or cross a priority traffic stream.[19]

PROBABILITE DE RETARD ET TEMPS D'ATTENTE

EXEMPLE



SORTIE A GAUCHE $\tau = 5$ sec
SORTIE A DROITE $\tau = 4$ sec

a) LES VEHICULES SORTANTS

LA PROBABILITE D'ETRE RETARDE : $P_D = 1 - e^{-q\tau}$

TAD : $P_D = 1 - e^{-0.222 \cdot 4} = 0,59$

TAG : $P_D = 1 - e^{-0.333 \cdot 5} = 0.81$

LE RETARD D'UN VEHICULE ISOLE

$$E(t) = \frac{3600}{Q} e^{Q\tau/3600} - \frac{3600}{Q} - \tau$$

TAD : $E(t)_D = 4.5 \cdot 2.43 - 4.5 - 4 = 2.5$ sec

TAG : $E(t)_G = 3 \cdot 5.29 - 3 - 5 = 7.9$ sec

RETARD MOYEN $\frac{2}{3} E(t)_G + \frac{1}{3} E(t)_D = 4.5$ sec

SI ON CONSIDERE LA FORMATION DES FILES D'ATTENTE FIG. 3.8

TAD = 3 sec

TAG = 10 sec

b) LES VEHICULES ENTRANTS

TAD : LES VIRAGES A DROITE NE CAUSENT PAS DE RALENTISSEMENT, DONC AUCUN PROBLEME

TAG :

LA PROBABILITE DE SUBIR UN RETARD :

$$P_D = 1 - e^{-\frac{800}{3600} \cdot 5} = 0.67$$

LE RETARD D'UN VEHICLE ISOLE :

$$E(t) = 4.5 \cdot 3.04 - 4.5 - 5 = 4.2 \text{ sec}$$

LA PROBABILITE QU'UN VEHICULE SUBISSE UN RETARD DE 10 s OU PLUS : (TAB. 3.5)

$$W/\tau = 2 \qquad \text{ET} \qquad \frac{Q \cdot \tau}{3600} = 1.111 \qquad P(W>10) = 0.114$$

EFFET DES TAG SUR LA CAPACITE

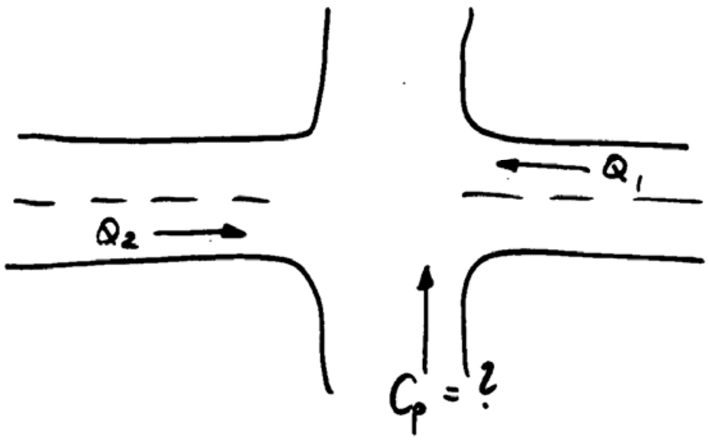
30 VEHICULES AVEC RETARD MOYEN DE 4.2 sec.

CES VEHICULES BLOQUENT LA ROUTE PRINCIPALE PENDANT $30 \cdot 4.2 = 126$ sec

LA CAPACITE EFFECTIVE SERA DONC :

$$\frac{3600 - 126}{3600} \cdot 100 = 96.5\% \text{ DE LA CAPACITE INITIALE}$$

LA CAPACITE D'UN CARREFOUR SANS FEUX



CRENEAU CRITIQUE T_c

LE NOMBRE PROBABLE DE VEHICULES QUI PEUVENT TRAVERSER

$$P(h \geq T_c) = e^{-QT_c/3600}$$

LA PROBABILITE DE TROUVER UN CRENEAU DE T_c DANS LES DEUX COURANTS EST DONNEE PAR LA LOI DE PROB :

$$P(h \geq T_c) = P_1(h \geq T_c) \cdot P_2(h \geq T_c) = e^{-\frac{(Q_1+Q_2)}{3600}\cdot T_c} = e^{-\alpha}$$

MAIS PLUSIEURS VEHICULES PEUVENT TRAVERSER DANS UN CRENEAU PLUS GRAND QUE T_c. LE TABLEAU 1 DONNE CE NOMBRE POUR DIFFERENTS CRENEAUX.

HYPOTHESE : TOUS LES VEHICULES, INDEPENDANT DE LEUR POSITION DANS LA FILE, ONT BESOIN DE T_c POUR TRAVERSER.

CRENEAU ENTRE	NOMBRE DE VEH. POUVANT TRAVERSER	NOMBRE PROBABLE DE VEHICULES DANS LE CRENEAU
0 ET T_c	0	0
$T_c - 2T_c$	1	$1(e^{-\alpha} - e^{-2\alpha}) \cdot Q_c$
$2T_c - 3T_c$	2	$2(e^{-2\alpha} - e^{-3\alpha}) \cdot Q_c$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$(n-1)T_c - nT_c$	$(n-1)$	$(n-1)(e^{-(n-1)\alpha} - e^{-n\alpha})\, Q_c$
$nT_c - (n+1)T_c$	n	$n\,(e^{-n\alpha} - e^{(n+1)\alpha})\, Q_c$

Σ NOMBRE TOTAL

$$S = Q_c\left(e^{-\alpha} + e^{-2\alpha} + e^{-3\alpha} + \ldots\ldots + e^{-n\alpha}\right)$$

LE NOMBRE POTENTIEL POUVANT TRAVERSER (Progr. géom)

$$C_p = Q_c\, e^{-\alpha}\, \frac{1 - e^{-n\alpha}}{1 - e^{\alpha}}$$

$$\boxed{C_p = \frac{Q_c}{e^{\alpha} - 1}}$$

HYPOTHESE: UN CONDUCTEUR EN 2,3…n IEME POSITION A BESOIN D'UN CRENEAU $T_S < T_C$ POUR TRAVERSER.

POUR QUE 2 VEHICULES TRAVERSENT $P(h \geq (T_C+T_S)) = e^{-\frac{Q_c(T_C+T_S)}{3600}}$

$$P(h \geq (T_C+T_S)) = e^{-\alpha} \cdot e^{-Q_c T_S/3600} = e^{-\alpha} \cdot e^{-\beta}$$

CRENEAU ENTRE	NOMBRE DE VEHICULES POUVANT TRAVERSER	NOMBRE PROBABLE DE VEHICULES DANS LE CRENEAU
0 ET T_C	0	0
$T_C - (T_C+T_S)$	1	$(e^{-\alpha} - e^{-\alpha}e^{-\beta})\,Q_c$
$(T_C+T_S) - (T_C+2T_S)$	2	$2(e^{-\alpha}e^{-\beta} - e^{-\alpha}e^{-2\beta})\,Q_c$
⋮		
$(T_C+(n-1)T_S) - (T_C+nT_S)$	n	$n(e^{-\alpha}e^{-(n-1)\beta} - e^{-\alpha}e^{n\beta})\,Q_c$

$$S = Q_c\,(e^{-\alpha} + e^{-\alpha}e^{-\beta} + e^{-\alpha}e^{-2\beta} + \ldots + e^{-\alpha}e^{-(n-1)\beta})$$

LA SOMME DE LA PROGRESSION GEOMETRIQUE:

$$C_p = e^{-\alpha} \left\{ \frac{1 - e^{-n\beta}}{1 - e^{-\beta}} \right\} Q_c$$

AVEC $n \to \infty$

$$\boxed{C_p = \frac{e^{-(\alpha-\beta)}}{e^{\beta} - 1} \, Q_c}$$

ET LA CAPACITE C_p SI Q_c ETAIT EGAL A ZERO:

ON TRANSFORME LA FORMULE $\quad Q_c = \frac{3600\beta}{T_s}$

$$Q_c \to 0 \qquad C_p = \frac{e^{-\alpha} \cdot e^{\beta}}{e^{\beta} - 1} \cdot \frac{3600\beta}{T_s} = \frac{3600}{T_s} \left\{ \frac{\beta}{e^{\beta} - 1} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{EN DEVELOPPANT } \frac{\beta}{e^{\beta}-1} = 1 - \frac{\beta}{2} + \frac{B_1 \beta^2}{2!} + - \ldots\ldots \\ Q_c \to 0 \equiv \beta \to 0 \qquad \text{ALORS } \frac{\beta}{e^{\beta}-1} = 1 \end{array} \right\}$$

$$C_p(Q_c = 0) = \frac{3600}{T_s}$$

- MAIS TOUS LES CONDUCTEURS N'ONT PAS LE MEME CRENEAU CRITIQUE (MEDIANE). IL Y A UNE VARIATION SIGNIFICATIVE AUTOUR DE CETTE VALEUR.

- TENIR COMPTE DE LA DISTRIBUTION DE PROBABILITE COMPLIQUERAIT ENORMEMENT LES FORMULES.

- HARDERS A OBSERVE LA CAPACITÉ EN CONSIDÉRANT LA DISTRIBUTION DE T_c ET T_s, APPELÉE K_p. (C_p EST LA CAPACITE EN NE CONSIDÉRANT QUE LA VALEUR MÉDIANE).

- ON OBSERVE $f = K_p/C_p$. SON INFLUENCE SE FAIT SENTIR À DES DEBITS Q_c ÉLEVÉS.

- HARDERS A DEVELOPPÉ UNE FONCTION SIMPLE REPRÉSENTANT LES OBSERVATIONS.

$$f = (1 - 10^{-7} Q_c^2)$$

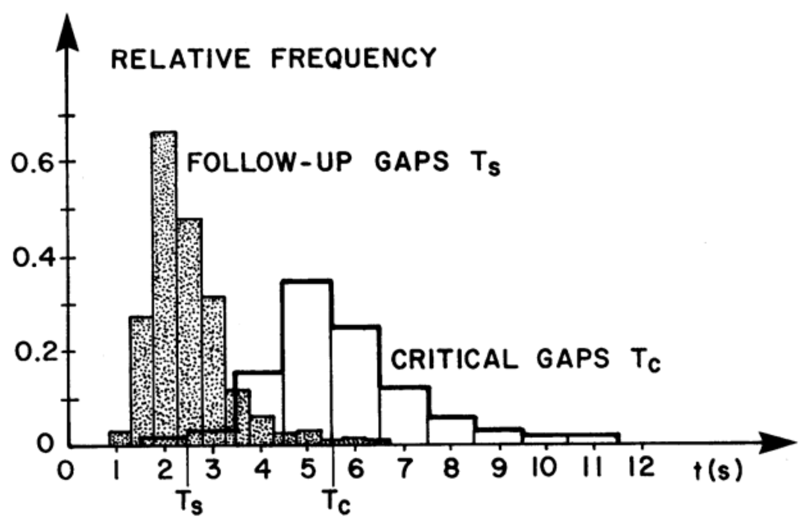
$$\boxed{C_p = (1 - 10^{-7} Q_c^2) \left\{ \frac{e^{-(\alpha - \beta)}}{e^{\beta} - 1} \right\} Q_c}$$

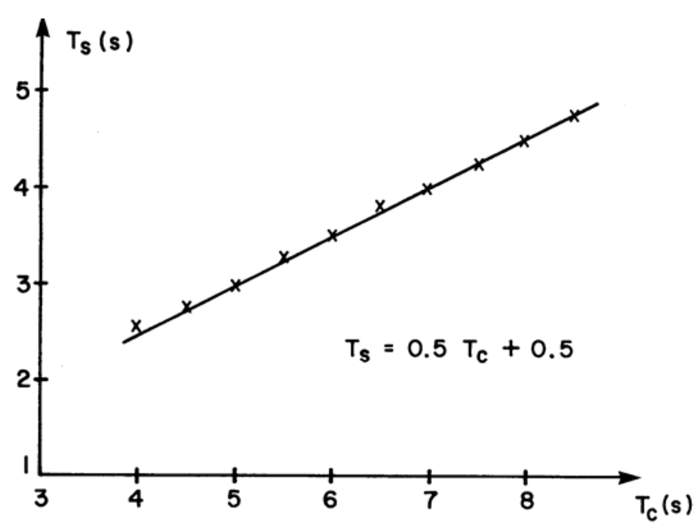
HCM 85 Fig 10.3

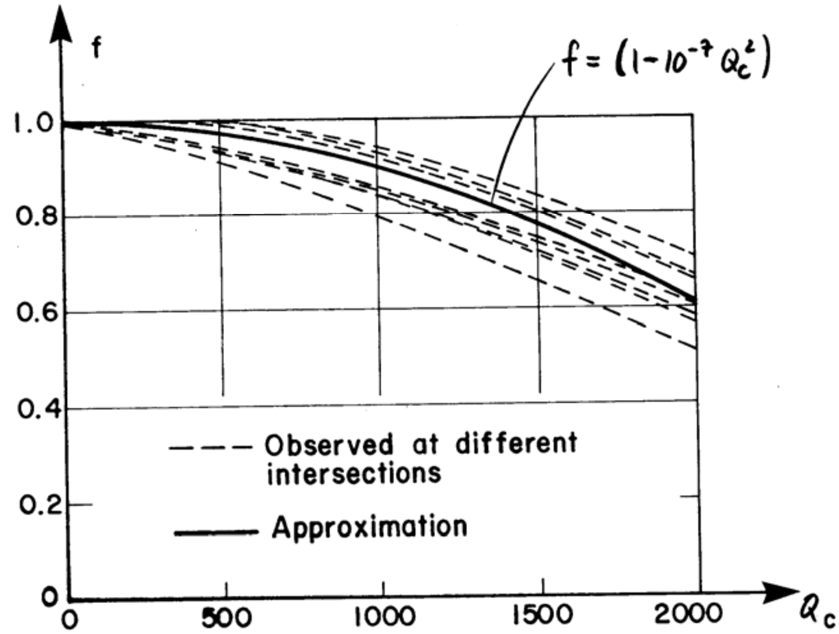
- IL Y A UNE RELATION LINEAIRE ENTRE T_s ET T_c

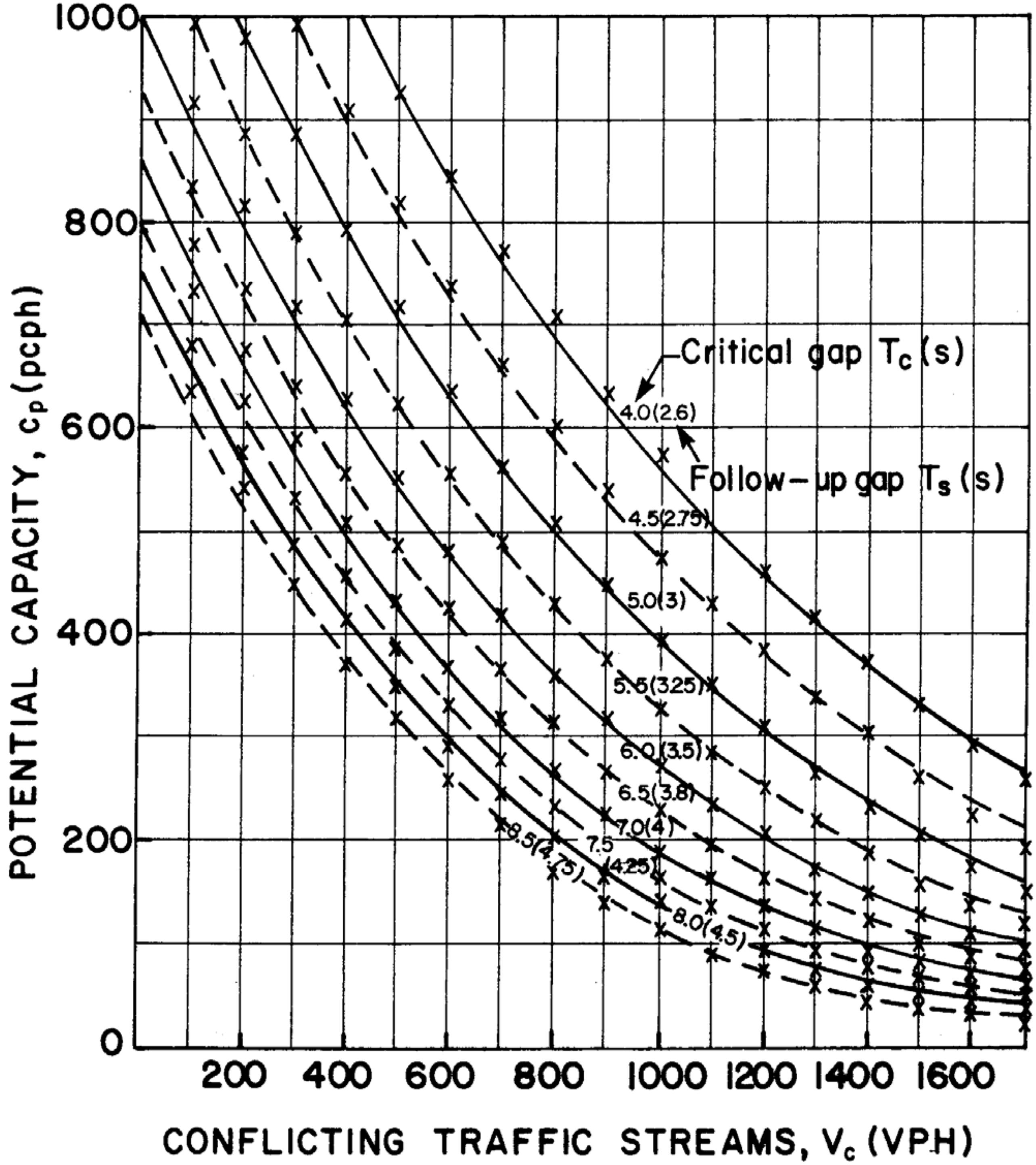
$$T_s = 0.5 T_c + 0.5$$

- LE CHOIX DES CRENEAU CRITIQUES ET CRENEAUX DE SUITE A UNE INFLUENCE NON NEGLIGEABLE SUR LA CAPACITE POTENTIELLE.






f
f = (1-10^-7 Qc^2)
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0
Observed at different intersections
Approximation
0
500
1000
1500
2000
Qc



1000
800
600
400
200
0
200 400 600 800 1000 1200 1400 1600
POTENTIAL CAPACITY, c_p (pcph)
CONFLICTING TRAFFIC STREAMS, V_c (VPH)
Critical gap T_c (s)
Follow-up gap T_s (s)
4.0(2.6)
4.5(2.75)
5.0(3)
5.5(3.25)
6.0(3.5)
6.5(3.8)
7.0(4)
7.5
(4.25)
8.0(4.5)
8.5(4.75)