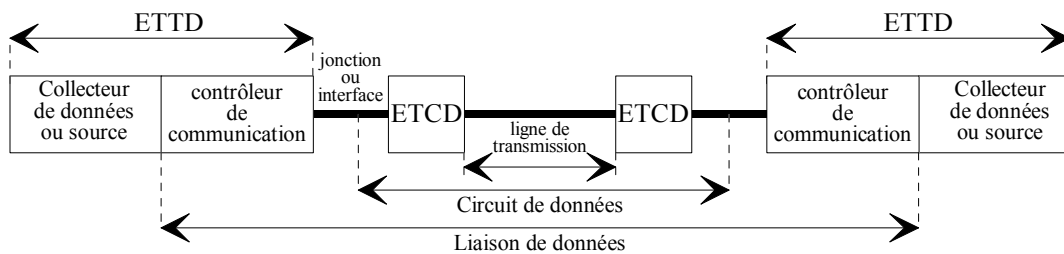


LA TRANSMISSION DE DONNEES

1] Eléments constitutifs d'une liaison de données.

Une transmission de données met en œuvre des calculateurs d'extrémité et des éléments d'interconnexion dont les appellations et fonctions sont codifiées comme le montre la figure suivante:



On distingue:

- Les **ETTD**, *Equipement Terminal de Traitement de Données*, appelés aussi DTE (Data Terminal Equipment) représentant les calculateurs d'extrémité. Ces calculateurs sont dotés de circuits particuliers pour contrôler les communications. L'ETTD réalise la fonction de contrôle du dialogue.
- Les **ETCD**, *Equipement Terminal de Circuit de Données*, ou DCE (Data Circuit Equipment) sont les équipements qui réalisent l'adaptation entre les calculateurs d'extrémité et le support de transmission. Cet élément remplit essentiellement des fonctions électroniques, il modifie la nature du signal mais pas l'information.
- La **jonction** constitue l'interface entre ETTD et ETCD, elle permet à l'ETTD de gérer l'ETCD pour assurer le déroulement des communications (établissement d'un circuit, initialisation de la transmission, échange de données et libération du circuit).
- Le support ou **ligne de transmission** est un élément essentiel de la liaison. Les possibilités de transmission (débit, taux d'erreurs...) dépendent essentiellement des caractéristiques physiques et de l'environnement de celui-ci.

Une liaison de données est caractérisée par son **débit (D)** qui représente le nombre de bits transmis par unité de temps (*bit/s*) et par l'organisation des échanges.

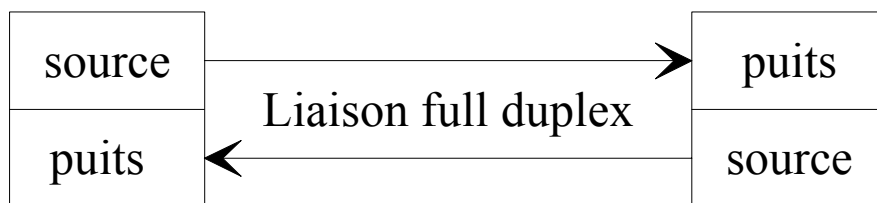
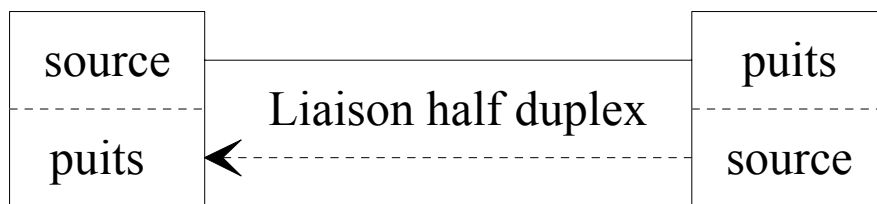
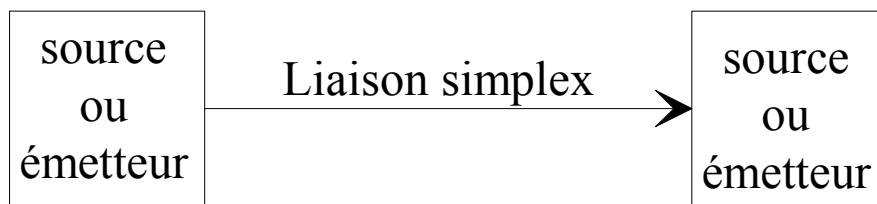
$$D = \frac{V}{t}$$

D (débit) en bit par seconde

V volume à transmettre exprimé en bits

t durée de la transmission

Lorsque l'échange a lieu dans une seule direction, on parle de **liaison simple**, chaque ETCD ne remplit qu'une fonction, il est émetteur ou récepteur. Si les ETCD peuvent, alternativement, remplir les fonctions d'émetteur et de récepteur, la liaison est dite: **liaison à l'alternat ou half duplex**. Le temps mis par les ETCD pour le passage d'une fonction à l'autre et pour leur synchronisation est appelé **temps de retournement** de l'ETCD (jusque 1/3 de seconde). Lorsque l'échange peut s'effectuer en même temps dans les deux sens, sur des voies distinctes (4 fils) ou sur la même voie (multiplexage fréquentiel, ou annulation d'écho), la liaison est appelée **bidirectionnelle intégrale ou full duplex**.



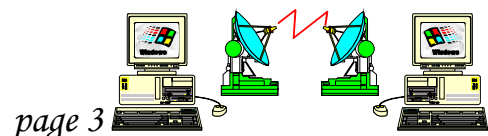
2] Classification des modes de transmissions

L'information élémentaire à transmettre est le mot binaire (constitué de 4, 8, 16, n bits). Deux techniques sont mise en oeuvre selon que tous les bits d'un même mot sont transmis en même temps (*transmission parallèle*) ou successivement (*transmission série*).

Si les différents mots (caractères), du message à transmettre, sont transmis de façon arythmique, c'est à dire indépendamment les uns des autres (il n'y a pas de lien temporel entre les caractères, mais il existe un lien temporel entre tous les bits d'un même caractères), on parle de *transmission asynchrone*. En revanche, si tous les mots (caractères) à transmettre sont regroupés en blocs transmis à un rythme irrégulier, on parle de *transmission synchrone*, il n'existe de pas de lien temporel entre les différents blocs, mais il en existe un entre tous les bits d'un même bloc.

Lorsque le transfert à lieu:

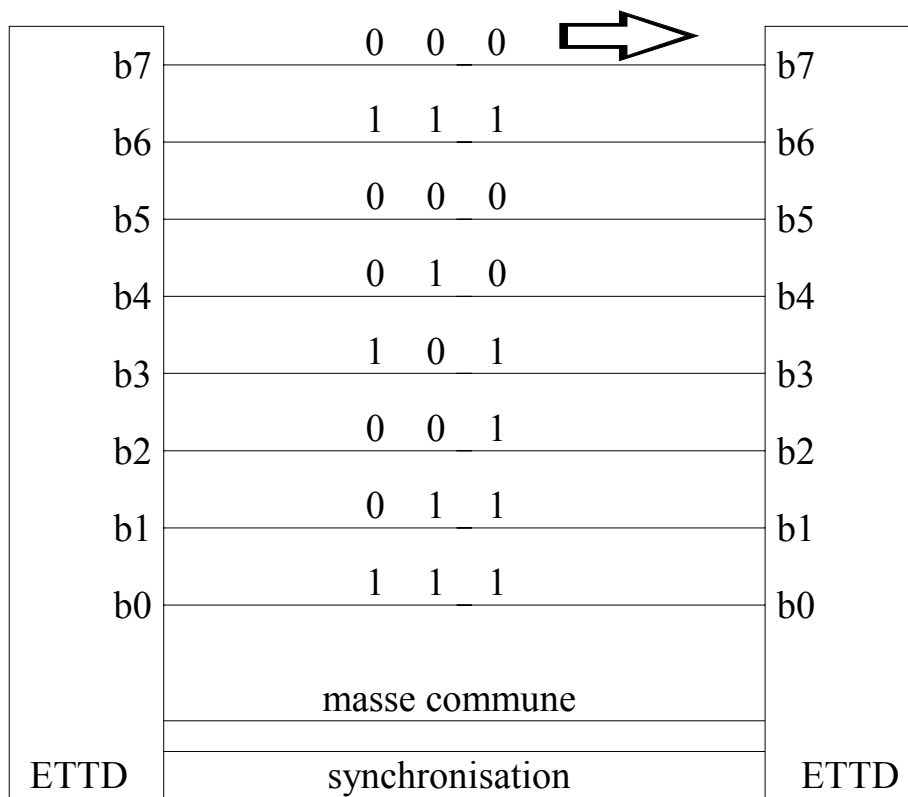
- sans contrainte temporelle on parle de *transfert asynchrone* (application de type conversationnel ou transactionnel),
- sans contrainte temporelle mais avec des contraintes de débits (transfert de masse, imagerie) on parle de *transfert synchrone*,
- sous contrainte temporelle (voix, vidéo) on parle de *transfert isochrone*.



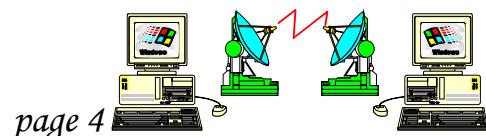
2.1) Les transmissions parallèle et série.

2.1.1) La transmission parallèle.

La transmission parallèle est caractérisée par un transfert simultané de tous les bits d'un même mot. Elle nécessite autant de conducteurs qu'il y a de bits à transmettre et un conducteur commun (liaison asymétrique) ou autant de paires que de fils si la masse n'est pas commune (liaison symétrique). Un conducteur supplémentaire peut être utilisé pour transmettre un signal qui assurera la synchronisation entre les intervalles d'émission et ceux de réception. La synchronisation peut aussi être obtenue par lecture des transitions du signal reçu.

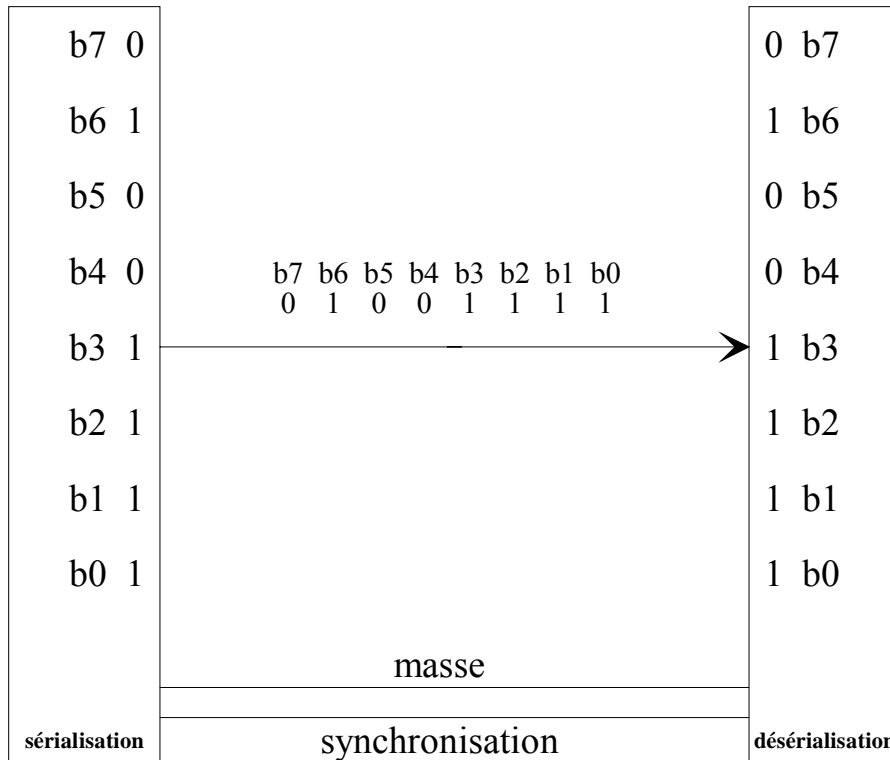


La transmission parallèle autorise une grande vitesse de transmission (débit). Un coût élevé (nombre de conducteurs) et une distance franchissable limitée réservent la transmission parallèle aux liaisons de processeur à processeur ou d'hôte à hôte. l'exemple le plus courant est la liaison imprimante-ordinateur.

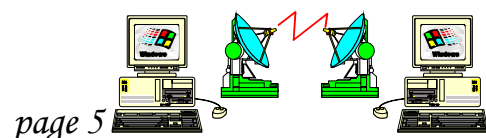


2.1.2) La transmission série.

En transmission série, tous les bits d'un mot ou d'un message sont transmis successivement sur une même ligne.



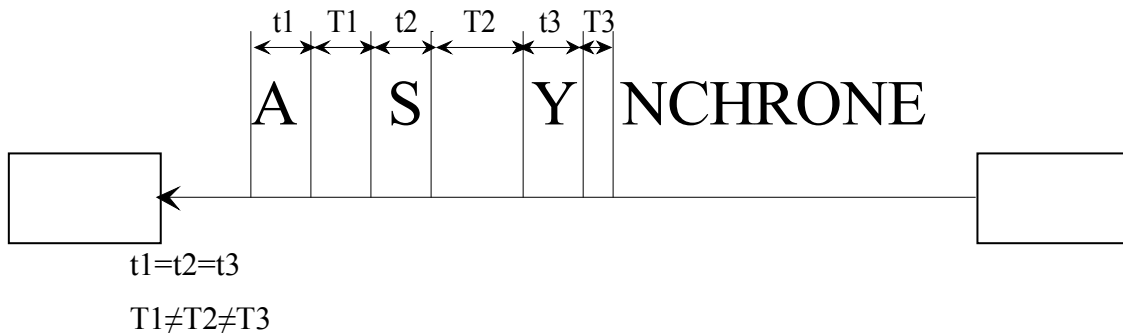
Dans les calculateurs les données (bits) sont traitées en parallèle (bus). La transmission série nécessite une interface de conversion pour sérialiser les bits à l'émission (conversion parallèle/série) et les désérialiser à la réception (conversion série/parallèle). La transmission série ne nécessite, pour la transmission des données, que deux conducteurs, d'un coût moins important, elle est utilisée pour les transmissions sur des distances importantes.



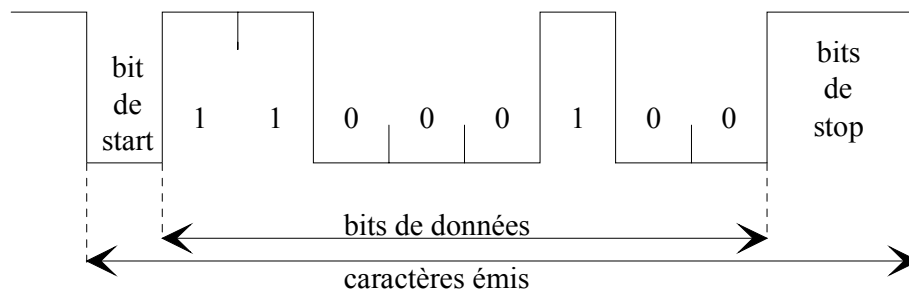
2.2) Les transmissions séries asynchrone et synchrone.

2.2.1) La transmission asynchrone.

En transmission série, les bits d'un même caractère sont régulièrement espacés. Mais l'intervalle qui sépare deux caractères peut être variable, **transmission asynchrone ou arythmique**.



Pour effectuer correctement la lecture des bits reçus le récepteur doit "être réveillé". L'intervalle de temps pendant lequel s'effectue la lecture doit correspondre, au temps de transmission près, à celui d'émission du bit par l'émetteur. Les horloges émetteur et récepteur doivent être, au temps de propagation près, en phase. Cette opération s'appelle la synchronisation des horloges. En transmission asynchrone, les caractères sont délimités par un bit, dit bit de start, et un ou plusieurs bits, dits bits de stop. Le ou les bits de stop correspondent à un temps minimal de repos du système entre l'émission ou la réception de deux caractères successifs (période de discernement).



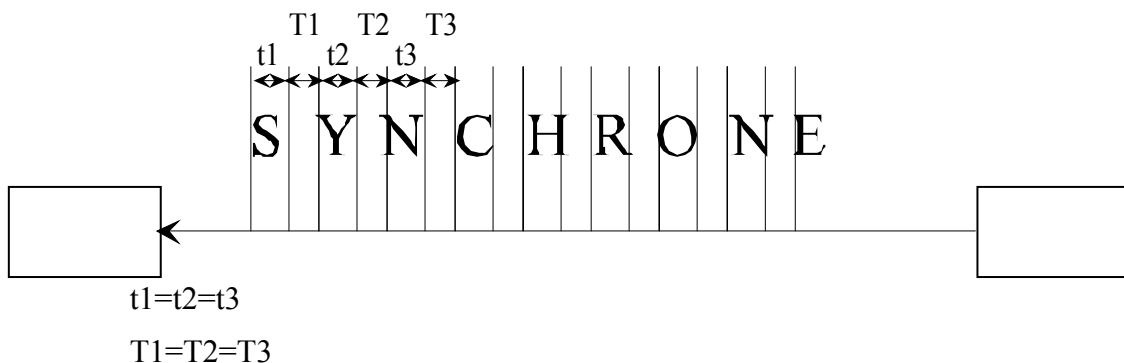
Les transmissions asynchrones s'effectuent selon un ensemble de règles régissant les échanges (**protocole**). Les protocoles les plus connus sont:

- XON-XOFF, protocole orienté caractères, le terminal réactive la ligne quand il est prêt à émettre, il la désactive quand il n'a plus de données disponibles;
- X-MODEM, protocole orienté blocs, les caractères sont regroupés en blocs. Ce protocoles du domaine public met en oeuvre des techniques de détection et reprise sur erreurs;
- Y-MODEM, protocole orienté blocs, les blocs de données sont suivis de code de correction d'erreurs. Aucune reprise sur erreur n'est assurée;
- Z-MODEM, protocole orienté blocs, il met en oeuvre des mécanismes de détection et de reprise sur erreurs.

Ces protocoles, très simples, mettent en jeu un nombre réduit de commande (Start ou début, Stop ou fin, ACK ou accusé de réception, NACK ou non accusé de réception).

2.2.2) La transmission synchrone.

Lorsque tous les bits d'un même message sont régulièrement espacés, on parle de **transmission synchrone**.



En transmission synchrone, les caractères à transmettre sont regroupés pour former des blocs. La transmission des différents blocs (ou trames) peut être arythmique. De manière identique à la transmission asynchrone, le début et la fin d'une entité transmise, ici le bloc, doivent être délimités. Les blocs sont délimités par des caractères spéciaux (fanion de début et de fin) reconnus comme tels par le protocole utilisé. Le fanion de début d'un bloc peut servir de fanion de fin du précédent.

synchronisation 8 bits	Commande 8 bits	Blocs de n caractères de données	Contôle 8 bits
---------------------------	--------------------	----------------------------------	-------------------

Strucutre type d'un blos de données en transmission synchrone

A la réception, le récepteur doit être capable de se positionner correctement pour la lecture des bits. Cette opération de synchronisation des horloges est réalisée à l'aide d'une séquence de bits contenant un grand nombre de transitions (**synchronisation bit**). Puis, il doit identifier les différents caractères transmis (alignement de la lecture sur des frontières de mots ou **synchronisation caractère**).

Dans la procédure BSC, le caractère utilisé pour ces fonctions est le caractère SYN " 001010110 ". Lorsqu'une station reconnaît ce caractère, elle positionne les frontières de ce caractère en se basant sur le caractère reconnu.

La lecture du flot de bits arrivant s'effectue dans un registre à décalage contenant autant de bits que le caractère à lire en comporte. Chaque bit qui arrive est introduit dans le registre en poussant le premier bit entré; enfin, on examine le mot contenu dans le registre pour y rechercher le caractère SYN.

Les principaux protocoles synchrones sont:

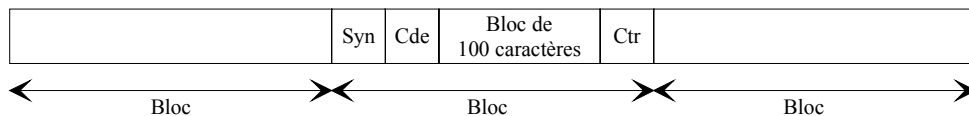
- **BSC**, Binary Synchronous Communication (IBM);
- **SDLC**, Synchronous Data Link Control (IBM) ;
- **HDLC**, High Level Data Link Control (ISO).

2.2.3) Comparaison des modes de transmission.

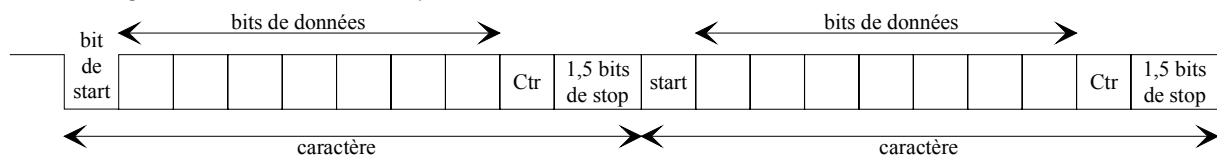
Soit à transmettre 1 message de 100 caractères de 8 bits (bit de contrôle inclus)
Déterminons le mode de transmission le plus efficace.

Les caractéristiques de chacun des modes de transmission sont indiquées par les figures suivantes. On admettra que les temps de silence sont nuls entre les caractères (mode asynchrone orienté bloc) et entre les blocs (mode synchrone et asynchrone).

Transmission par bloc ou transmission synchrone



Transmission par caractère ou transmission asynchrone



Compte tenu, que par hypothèse, il n'y a pas de temps de silence entre deux blocs ou deux caractères successifs, l'efficacité d'un protocole est mesurée par le rapport entre le nombre de bits utiles transmis (bit d'information) et le nombre de bits réellement transmis (information+ service). L'efficacité est donnée par la relation:

$$E = \frac{\text{nombre de bits utiles}}{\text{nombre de bits réellement transmis}}$$

En transmission asynchrone, on transmet pour chaque caractère 1 bit de start et 1,5 bits de stop.

Dans ces conditions, le nombre de bit à transmettre est de:

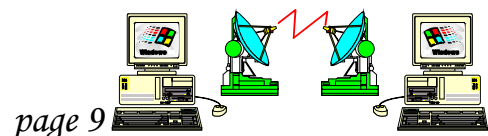
$$100 \times 8 \text{ (bits d'information)} + 100 \text{ (bit de start)} + 1,5 \times 100 \text{ (bits de stop)}$$

$$\text{Soit Nombre de bits} = 800 + 100 + 150 = 1050$$

Ce qui donne 1050 bits transmis pour 800 utiles, d'où une efficacité du mode asynchrone au maximum de 76% ($800/1050$).

En transmission synchrone, seuls sont rajoutés 3 caractères (un fanion, un champ de commande et un caractère de contrôle soit 24 bits). Dans ces conditions, l'efficacité du mode synchrone est de 97% ($800/824$).

L'efficacité du mode synchrone est supérieure à celle du mode asynchrone; de ce fait, seules les transmissions à faible débit seront effectuées en mode asynchrone (débit ≤ 2400 bit/s).



Exercice N°1

Nous voulons transmettre les caractères suivants « MRIM » sur un réseau informatique. La vitesse de ce réseau est de 19200 bits/s, avec une durée intertrame nulle. Deux possibilités vous sont proposées. Soit une transmission asynchrone, soit une transmission synchrone.

Partie N°1 : Transmission asynchrone

Sachant que le transmission s'effectue avec un seul bit de stop, et que le caractère est codé sur 8 bits.

Question N°1.1

Représenter à l'aide du tableau ci-dessous les bits présent sur le réseau sachant que c'est le bit de poids faible du caractère qui est transmis en premier.

Codage ASCII

Car.	Hex.	Dèc.	Car.	Hex.	Dèc.	Car.	Hex.	Dèc.	Car.	Hex.	Dèc.
SP	20	32	8	38	56	P	50	80	h	68	104
!	21	33	9	39	57	Q	51	81	i	69	105
"	22	34	:	3A	58	R	52	82	j	6A	106
#	23	35	;	3B	59	S	53	83	k	6B	107
\$	24	36	<	3C	60	T	54	84	l	6C	108
%	25	37	=	3D	61	U	55	85	m	6D	109
&	26	38	>	3E	62	V	56	86	n	6E	110
'	27	39	?	3F	63	W	57	87	o	6F	111
(28	40	@	40	64	X	58	88	p	70	112
)	29	41	A	41	65	Y	59	89	q	71	113
*	2A	42	B	42	66	Z	5A	90	r	72	114
+	2B	43	C	43	67	[5B	91	s	73	115
,	2C	44	D	44	68	\	5C	92	t	74	116
-	2D	45	E	45	68]	5D	93	u	75	117
.	2E	46	F	46	70	^	5E	94	v	76	118
/	2F	47	G	47	71	_	5F	95	w	77	119
0	30	48	H	48	72	`	60	96	x	78	120
1	31	49	I	49	73	a	61	97	y	79	121
2	32	50	J	4A	74	b	62	98	z	7A	122
3	33	51	K	4B	75	c	63	99	{	7B	123
4	34	52	L	4C	76	d	64	100	 	7C	124
5	35	53	M	4D	77	e	65	101	}	7D	125
6	36	54	N	4E	78	f	66	102	~	7E	126
7	37	55	O	4F	79	g	67	103	DEL	7F	127

Question N°1.2

Déterminer la durée de la transmission.

Question N°1.3

Déterminer l'efficacité de la transmission.

Partie N°2 : Transmission synchrone

Sachant que les caractères sont codés sur 8 bits.

Question N°2.1

Déterminer la durée de la transmission.

Question N°2.2

Déterminer l'efficacité de la transmission.

Partie N°3 : Comparaison des deux modes de transmission

Question N°3.1

Comparer la durée des transmissions.

Question N°3.3

Comparer l'efficacité des transmissions.

Partie N°4 : Evolution des données

Sachant que les caractères à transmettre sont au nombre de 1000, et qu'en mode synchrone le nombre de caractère par trame est limité à 100.

Question N°4.1 :

En transmission asynchrone, déterminer la durée de la transmission et son efficacité.

Question N°4.2 :

En transmission synchrone, déterminer la durée de la transmission et son efficacité.

Question N°4.1 :

Comparer la durée et l'efficacité des transmissions entre les modes asynchrone et synchrone.

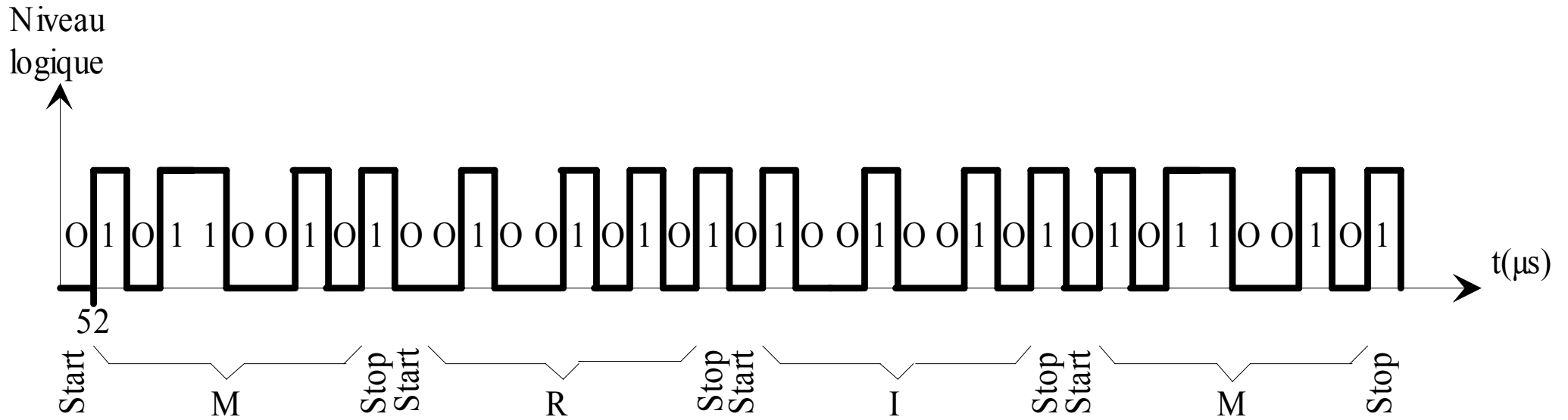
Partie N°5 :

Déterminer à partir de combien de caractère le mode synchrone est plus rapide ou plus efficace que le mode asynchrone.

Coorection exercice N°1

Partie N°1 : Transmission asynchrone

Question N°1.1



Question N°1.2

Durée de la transmission

$$\frac{1}{19200} \times 10 \times 4 = 2,08ms$$

Question N°1.3

Efficacité de la transmission

$$\frac{32}{40} = 80\%$$

Partie N°2 : Transmission synchroneQuestion N°2.1

Durée de la transmission

$$\frac{1}{19200} \times ((8 \times 4) + 8 + 8 + 8) = 2,91ms$$

Question N°2.2

Efficacité de la transmission

$$\frac{32}{56} = 57\%$$

Partie N°3 : Comparaison des deux modes de transmissionQuestion N°3.1

Comparaison la durée des transmissions.

Pour ce cas la transmission asynchrone est plus rapide, 2,08 ms pour 2,91ms.

Question N°3.3

Comparaison l'efficacité des transmissions.

Pour ce cas la transmission asynchrone est plus efficace 80% pour 57%.

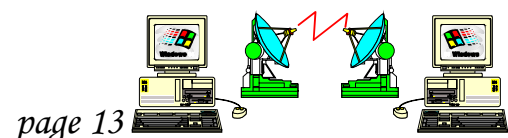
Partie N°4 : Evolution des donnéesQuestion N°4.1 :

Durée de la transmission

$$\frac{1}{19200} \times 10 \times 1000 = 520ms$$

Efficacité de la transmission

$$\frac{8000}{10000} = 80\%$$



Question N°4.2 :

Durée de la transmission

$$\frac{1}{19200} \times ((8 \times 1000) + ((8 + 8 + 8)) \times 10) = 429ms$$

Efficacité de la transmission

$$\frac{8000}{8240} = 97\%$$

Question N°4.3 :

Comparaison la durée des transmissions.

Pour ce cas la transmission synchrone est plus rapide, 429 ms pour 520 ms.

Comparaison l'efficacité des transmissions.

Pour ce cas la transmission synchrone est plus efficace 97 % pour 80 %.

Partie N°5 :

La transmission en mode synchrone est aussi rapide ou aussi efficace que le mode asynchrone lorsque les nombres de bits de service entre les deux modes sont égaux.

En transmission synchrone ils sont au nombre de 24 par trame et en asynchrone ils sont au nombre de 2 par caractère transmis.

Donc il faudra $24 : 2 = 12$ caractères pour que le nombre de bits de service soit égaux.

Donc dès que l'on transmet plus de 12 caractères le mode synchrone est plus rapide et efficace que le mode asynchrone.

