

Commande automatique des flashes photographiques.



(Flash a-ah, savior of the universe...)

Table des matières

<u>Rappels et théorie flash</u>	1
<u>Technologie et conception des flashes.</u>	2
<u>Caractéristiques éclair</u>	2
Variation et réglage quantité d'énergie fournie par l'éclair	3
<u>Type de flashes</u>	4
Les flashes mécaniques	4
Les flashes électroniques	4
<u>Fonctionnement simplifié flash électronique</u>	4
Formulaire théorique	6
<u>Durée d'éclair</u>	7
Variation d'énergie par coupure d'éclair	7
Variation de durée d'éclair a puissance constante	9
<u>Portée flash et nombre guide</u>	9
<u>Temps de latence et synchronisation éclair</u>	11
<u>Fonctionnement obturateur a rideau</u>	11
<u>Vitesse de synchronisation flash</u>	11
Erreurs de synchronisation	12
Autres types de synchronisation	13
<u>Prise de vue haute vitesse au flash</u>	14
Mode HSS - High speed synchro	14
Travail aux limites	14
Hyper Synchro	15
<u>Openflash</u>	15
Principe open flash	16
Inconvénients mode open flash	16
<u>Synchro flash - X</u>	19
<u>Commandes synchro-X boitier</u>	19
<u>Prise synchro Flash (PC-X - Prontor-Compur)</u>	19
Caractéristiques électriques	20
<u>Sabot flash (Hot Shoe) Iso-518</u>	21
Affectation des broches sabot TTL Canon	21
Affectation des broches sabot iTTL Nikon	22

Sabot flash (Hot Shoe) ilso	22
Caractérisation sorties Synchro flash Canon (PC et Sabot)	23
Caractéristiques électriques	23
Chronologie commande Synchro-x	23
Synchronisation second rideau	24
Entrées Synchro-X Flashes	25
Connecteurs Synchro Flash	25
Fonctionnement électrique	25
Tensions usuelles de synchro flash	26
Impédance d'entrée et seuil de déclenchement	31
Exemples de schémas interne entrée synchro flash	31
Flashes cobra ancienne génération	31
Flashes cobra TTL	32
Flashes de studio	33
Commandes flash par synchro-X	35
Commande simple flash	35
Flash TTL et système informatique	35
Flash Haute tension	35
Mise en parallèle flashes	36
Tension de commande flash	36
Courant de commande maximum	37
Courant de verrouillage triac	37
Réalisation de boîtiers de dérivation commande synchro-x	38
Version simplifiée avec diode anti-retour	38
Version par cellules RC	39
Version II avec séparation des tensions	40
Cellules de déclenchement optique	41
Schémas de quelques récepteurs optiques	41
Télécommandes radio	42
Accessoires et connectique	42
Liaison optique E-TTL Canon	43
Tableau de compatibilité	44
Protocole liaison infrarouge	44
Paramètres temporels	45
Mode de réglage manuel de la puissance des flashes	45
Trame configuration des groupes symétrique (A=B=C)	45
Configuration groupes indépendante	46

<u>Mode de mesure automatique E-TTL II</u>	<u>47</u>
Trame de mesure	47
Trame de commande	49
<u>Commande Arduino</u>	<u>50</u>
Tableau valeurs puissance en mode manuel	50
<u>Programme test en mode manuel symétrique</u>	<u>50</u>
Configuration physique	50
Listing	51
<u>Liaison digitale E-TTL Canon</u>	<u>53</u>
Liaison série E-TTL II	53
Mode Quench et commande manuelle durée éclair	53
<u>Liaison digitale iTTL Nikon</u>	<u>54</u>
Affectation des broches sabot iTTL Nikon	54
<u>Révisions document, sources et références</u>	<u>55</u>
<u>Sources et références</u>	<u>55</u>
Documentations électroniques	55

Rappels et théorie flash

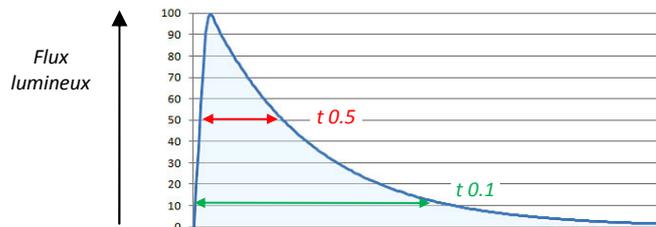
Contrairement à un éclairage continu où la lumière est constante pendant toute la durée d'exposition et cela quelle que soit celle-ci les flashes génèrent sous forme extrêmement concentrée et pendant un temps très court l'énergie nécessaire à l'exposition correcte de l'élément photosensible (pellicule ou capteur) ce qui aura les conséquences suivantes :

- L'énergie utilisée est entièrement consacrée à la prise de vue l'élément illuminant étant inactif pendant les périodes de repos de l'obturateur. Outre les problèmes environnementaux (Les photographes ayant travaillé dans des studios tungstène de 50Kw en été me comprendront) ce point devient essentiel dans le cadre d'une utilisation nomade avec une alimentation par pile ou batterie.
- Avec les obturateurs à plan focal utilisés avec quasiment tous les boîtiers modernes l'émission de l'éclair doit intervenir pendant son ouverture complète, ce qui est obtenu pour tout réglage de vitesse d'exposition inférieur à la vitesse de synchro flash du boîtier soit environ $1/250^e$ de seconde (voir chapitre synchro).
- La durée d'exposition réelle sera généralement dépendante de la durée de l'éclair, celle-ci pouvant varier en fonction de la technologie du flash ou de son réglage de puissance. Dans le cas de sujets en mouvement ce point pourra être d'un intérêt crucial les durées d'éclair pouvant varier de $1/20^e$ pour les flashes de studio de très haute puissance à $1/25000^e$ de secondes pour les flashes cobra actuels.
- En présence de lumière ambiante un mélange entre la lumière artificielle du flash et la lumière continue sera effectué, la proportion de la part de lumière naturelle augmentant avec la durée d'exposition. Ce mélange permettra de régler l'exposition et la présence du fond de la scène la lumière naturelle étant considérée comme uniforme et constante alors que l'efficacité du flash diminue avec la distance.

Technologie et conception des flashes.

Caractéristiques éclair

Quelle que soit la technologie utilisée pour générer un éclair (y compris ceux des orages) la courbe de la densité du flux lumineux sera toujours sous une forme similaire à celle représentée ci-dessous avec une montée rapide du flux suivie d'une décroissance plus ou moins lente.



L'éclair sera donc caractérisé par les paramètres suivants :

- L'amplitude ou puissance maximum du flux lumineux émis, généralement en dizaines de milliers de lumens.
- La durée de l'éclair, par soucis de normalisation cette valeur est mesurée dans l'intervalle où le flux lumineux est supérieur à 50% (t0.5) ou 10% (t0.1) de son maximum. Généralement les constructeurs fournissent la valeur de t0.5 plus attractive d'un point de vue rapidité d'éclair, dans le cas d'un flash électronique standard une valeur approchée de t0.1 à la puissance maximum peut être calculée en multipliant t0.5 par 3.
- Le temps de montée du flux lumineux, généralement extrêmement court avec les flashes électroniques de type cobra peut être nettement plus important dans le cas des tubes Xenon spiralés à grande inertie thermique des flashes de studio. Avec ces derniers il sera donc plus difficile de figer le mouvement du sujet.
- L'énergie lumineuse en Joules fournie par le flash correspond à l'intégrale de la courbe du flux lumineux (surface en bleu clair) et est proportionnelle à l'amplitude du flux et sa durée.

Rappels énergie / puissance :

- L'énergie W est la quantité de travail fournie par un ensemble, cette valeur est exprimée en Joules.
- La puissance P est la valeur d'un travail à un instant ponctuel t , cette valeur peut être exprimée en Watts (électricité), en Lumens (flux lumineux)

La relation entre les deux valeurs est donc fonction du temps écoulé, l'énergie étant alors égale à l'intégrale de la fonction $P=f(t)$. A puissance ne variant pas dans l'intervalle de temps la formule $W=P \cdot t$ pourra être utilisée.

Par exemple un radiateur électrique de 1000w fonctionnant 5 heures par jour pour chauffer une pièce aura le même effet qu'un radiateur de 5000w fonctionnant 1 heure, l'énergie produite sera dans les deux cas de 5kWh.

Dans le cas d'un flash de studio fournissant 6400 joules avec un t0.1 de 1/75^e la puissance moyenne fournie sera de $6400 \cdot 75 = 480Kw$. Puissance difficilement atteignable en éclairage continu classique (projecteur tungstène par exemple) pour obtenir un temps d'exposition équivalent.

Energie et exposition APN

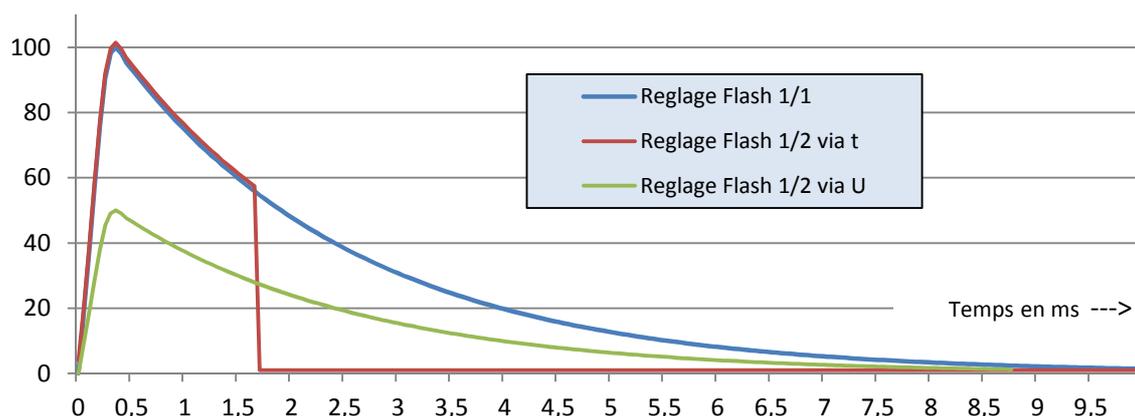
Il faut garder à l'esprit que si le tube d'un flash délivre une quantité d'énergie lumineuse déterminée il ne sera pas directement possible d'établir un rapport entre celle-ci et les paramètres d'exposition de l'appareil photo. La densité du flux lumineux dépendra de la surface sur laquelle cette énergie sera répartie, soit en fonction de l'angle de diffusion et de la distance de réflexion. C'est pourquoi les générateurs de studio sont toujours caractérisés en Joules, n'importe quel type de têtes ou réflecteurs pouvant leur être associés et que les flashes cobra dont la tête est fixe utilisent directement une valeur en NG (faisant intervenir la distance), éventuellement pour chaque valeur de réglage d'un réflecteur motorisé (angle ou focale équivalente).

L'énergie W fournie par le flash dépendant de la puissance du flux lumineux et du temps pendant lequel ce dernier est fourni peut être modifiée en agissant sur un de ces paramètres ou le plus souvent sur les deux la conception du générateur d'éclair les liant.

- L'action sur la puissance peut être obtenue par exemple par modification de l'impédance du tube ou la taille d'une ampoule magnésium mais généralement ceci a un impact sur le temps de fonctionnement.
- Une action directe sur la quantité d'énergie fournie peut aussi être réalisée par modification de la quantité de matière combustible ou de la valeur du condensateur (commutateur) et de la tension de charge d'un flash électronique.
- La variation du temps de fonctionnement est une technique relativement récente et doit son apparition sur les flashes de studio aux progrès de l'électronique de puissance et la généralisation des IGBT (Les systèmes d'extinction à Thyristors des PulsoA ne m'ont pas laissé des souvenirs impérissables ☺). Le tube xénon est amorcé normalement et au lieu de le laisser s'éteindre naturellement une fois le condensateur épuisé un système vient interrompre le courant le traversant.

L'intérêt de cette méthode est de n'utiliser principalement que la première partie de la courbe de décharge ou la stabilité de la température de couleur du tube est maximale et d'obtenir des temps de fonctionnement extrêmement courts et précis ($t_{0.1}$ et $t_{0.5}$ peuvent alors être même être confondus). La précision de la quantité d'énergie délivrée est aussi augmentée, les variations de puissance maximale dues à l'usure du tube ou sa température peuvent être mesurées en temps réel et le temps d'illumination calculé en conséquence.

Pour illustrer ces propos les courbes suivantes montrent le flux lumineux délivré par un flash électronique, la courbe en bleu représente le flux pour le réglage maximal du flash, la courbe verte pour un réglage à 50% de celle-ci en agissant sur la puissance du flux, et la courbe rouge en agissant sur le temps d'illumination en éteignant le tube au bout de 1.75ms. Les surfaces délimitées par les courbes verte et rouge sont identiques.



Notices constructeur, puissance et énergie et coupure de cheveux en quatre :

D'un point de vue théorique parler de la puissance d'un flash n'a que peu d'intérêt, la puissance du flux lumineux n'étant que rarement constante et variant tout au long de la courbe de décharge des condensateurs d'un flash électronique. Si les notices constructeurs utilisent toujours le concept de puissance ou réglage de puissance du flash il s'agit bien sûr de l'énergie fournie par ce flash et non pas de la puissance (même maximale) de celui-ci.

C'est dit, na.

Type de flashes

Les flashes mécaniques

Si ces derniers ne sont plus utilisés depuis longtemps ils sont à l'origine de beaucoup de concepts toujours d'actualité. Leur fonctionnement reposait sur la combustion rapide d'un composé inflammable. A l'origine de la photo les premières solutions d'éclairage artificiel avec l'utilisation d'une poudre magnésium en atmosphère libre ont été remplacées rapidement par des éléments enclos dans une ampoule en verre en raison des risques évidents d'incendie et de difficulté d'utilisation. Si ces premières lampes flash à usage unique étaient bien constituées d'un ruban de magnésium le vocable "Lampe magnésium" est resté bien après que l'usage d'autres solutions soit trouvé.

Les lampes flash de la grande époque étaient alors constituées de filaments en aluminium ou zirconium entrant en combustion dans une atmosphère d'oxygène pur. L'ignition de ces filaments était déclenchée par une pâte thermosensible s'enflammant sous l'effet d'un filament de tungstène parcouru par un faible courant électrique. Les derniers avatars de cette époque dans le grand public ont certainement été les "FlashCube".



En fonction de la composition de l'élément inflammable et de sa forme les temps de fonctionnement et d'allumage de la lampe pouvaient varier dans des proportions considérables, une classification de ces durées a donc été établie par l'intermédiaire d'une lettre.

Le tableau suivant montre que même les lampes les plus rapides de classe F (rares et chères) sont loin des performances que peuvent atteindre les flashes électroniques actuels.

	F	MF	M	S	FP	Xénon
Temps de montée (ms)	5	15	20	30	50	0.02 max
Durée éclair t0.5 (ms)	5	15	10 à 20	20 à 30	100	0.01 mini

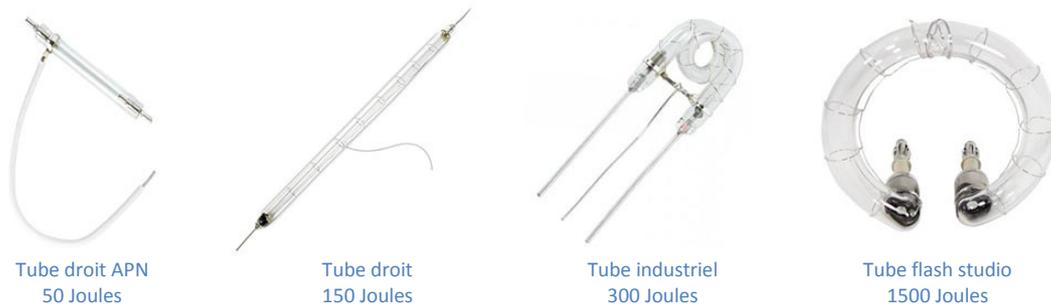
Les flashes électroniques

Les flashes basés sur le fonctionnement d'une lampe à décharge au Xenon existaient depuis longtemps dans un environnement studio mais leur fonctionnement nécessitant une source de haute tension et les premiers systèmes électromécaniques à bobine-rupteur étant peu fiables seule l'apparition des composants électroniques silicium ont permis leur essor dans les années 60. La baisse des coûts et l'augmentation des performances ont signé la mort des ampoules à usage unique à partir des années 80 et ces matériels sont actuellement devenus la seule source d'éclairage de très haute puissance. L'amélioration des Leds de puissance permettra sans doute dans le futur de remplacer les tubes Xenon et leur système haute tension, le principal écueil restant actuellement la faible puissance en régime impulsionnel permis par les Leds.

Fonctionnement simplifié flash électronique

Les flashes électroniques fonctionnent tous grâce à des lampes à décharge. Ce type de lampe est basé sur l'ionisation d'un gaz soumis au passage d'un fort courant, ce gaz ionisé émettant une lumière dont le spectre lumineux dépend de sa composition, dans le cas des flashes photographiques du Xenon est utilisé lequel fournit une lumière relativement blanche ayant une température de couleur d'environ 5900°K. Il est noté que les tubes délivrant aussi une part non négligeable de leur énergie dans la bande des ultraviolets, les tubes de haute puissance (studio) devront donc être utilisés de préférence avec une couche ou cloche de protection filtrante laquelle pourra diminuer la température de couleur d'émission de l'ensemble (t=5200° à 5500°).

Une ampoule ou tube Xenon est donc constituée d'une enceinte en verre oblongue contenant le gaz munie à ses deux extrémités d'une électrode permettant le passage du courant. La forme de ce tube peut être droite ou pour des raisons d'encombrement tordue en cercle ou en spirale, le courant électrique empruntant toujours le plus court chemin une forme sphérique n'aurait aucun intérêt la zone ionisée restant une droite. La puissance maximale que pourra absorber le tube dépendra de sa forme, sa taille et du diamètre de la section du tube.

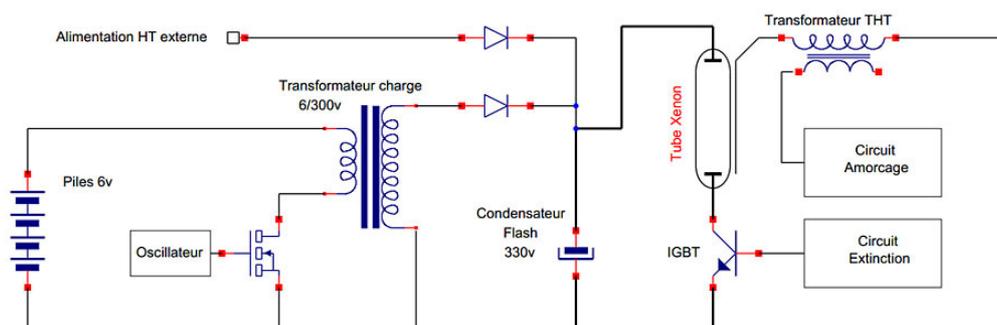


Si le fonctionnement du tube nécessite une tension relativement importante de l'ordre de 300 à 360v au minimum aux bornes de ses électrodes celle-ci n'est pas suffisante pour assurer seule le fonctionnement de l'ensemble.

Au repos le gaz est électriquement isolant, le tube ne peut donc s'allumer. Mais le gaz devenant fortement conducteur à son état ionisé, l'application d'une impulsion à très haute tension de l'ordre de 4 à 10Kv sur une électrode d'amorçage située sur la couche externe du tube en verre va provoquer par claquage et par influence l'ionisation d'une très faible partie du gaz ce qui va permettre le passage d'un faible courant entre les deux électrodes principales. Ce courant va ioniser une partie supplémentaire du gaz et par avalanche la totalité du tube va devenir fortement conducteur le courant n'étant limité alors que par l'impédance du générateur. Le tube va rester conducteur tant que le plasma généré restera à température c'est-à-dire tant qu'un courant suffisant le traversera, c'est pourquoi il peut arriver qu'un tube de studio trop sollicité peut s'emballer et rester allumé le "faible" courant de charge du condensateur étant suffisant pour maintenir l'ionisation..

Un tube allumé peut être considéré comme un élément non linéaire possédant une tension d'arc d'environ 20v et une impédance très faible ($U_{\text{tube}} = U_{\text{arc}} + Z_{\text{tube}} \cdot I_{\text{tube}}$) les courant d'échange dépendent principalement de la source d'énergie. L'utilisation d'un condensateur permet l'obtention de courants de court-circuit très importants et par voie de conséquence un flux lumineux considérable. Le condensateur par stockage d'une énergie finie permet de gérer la quantité d'énergie fournie au tube, son courant de recharge indépendant de celui de décharge permet aussi d'obtenir un système asymétrique avec une faible puissance de charge comparée à celle obtenue à la décharge. De manière plus imagée il est possible de remplir un seau goutte à goutte mais en le renversant de le vider immédiatement.

Schéma simplifié flash photo



Le cœur du fonctionnement d'un flash est donc basé sur son condensateur chargé à une tension déterminant l'énergie stockée. Dans le cas d'un flash portable le condensateur est chargé sous une tension de l'ordre de 300v à l'aide d'un convertisseur haute tension à découpage, la puissance délivrée par les piles étant faible le temps de charge sera relativement long, les flashes de studio disposant d'une source de plus haute puissance permettent des temps de charge beaucoup plus courts. Les flashes de très haute puissance utilisent des tensions de charge beaucoup plus importante (généralement par mise en série de batteries de condensateurs) pouvant aller jusqu'à 1Kv pour un 6400j.

La quantité d'énergie fournie au tube a longtemps été gérée par la tension de charge du condensateur le tube consommant la totalité de l'énergie emmagasinée et son extinction se provoquant de façon naturelle quand la tension du condensateur devenant inférieure à la tension d'arc. L'apparition de composants électroniques rapides comme les IGBT capables de résister aux très fortes intensités circulant dans le tube ont permis de réaliser la coupure du courant circulant dans le tube à la demande et donc de moduler facilement la quantité d'énergie émise. Autre avantage de cette méthode, le condensateur pouvant être toujours chargé à sa capacité maximale il est possible d'émettre rapidement plusieurs éclairs de faible puissance avant de lancer un cycle de charge pouvant être long, cette possibilité a entraîné l'apparition du mode HSS (chez Canon) ou le tube en étant alimenté en courant haché haute fréquence simule un éclairage continu permettant de s'affranchir de la vitesse de synchro-flash.

Formulaire théorique

Energie et condensateurs

L'énergie W en Joules emmagasinée par le condensateur est égale à $\frac{1}{2} C \cdot U^2$ avec C sa capacité en Farad et U sa tension de charge. Dans le cas d'un flash de type 580Ex fonctionnant sous 310v et doté d'un condensateur de 1300 μ F l'énergie maximale qu'il peut emmagasiner est d'environ 80 Joules. A titre de comparaison des flashes de studio peuvent atteindre les 6400 Joules, dans ce cas le générateur est doté d'une batterie de 4 groupes en série de 10 condensateurs de 2500 μ F cela pour un poids d'une vingtaine de kg.

Energie et temps de charge

Cette énergie W est aussi représentée par la formule $U \times I \times t$ avec U la tension d'alimentation de la source de charge du condensateur, I l'intensité consommée et t le temps de charge en secondes. A cela il faut ajouter les pertes dues à l'ensemble de charge, celles-ci non négligeables sont dissipées en chaleur expliquent en partie les limitations du nombre d'éclair successifs autorisés par les flashes (La montée en température du tube en est une autre).

Avec un flash alimenté par piles la tension d'alimentation faible provoquera donc un rapport $I \times t$ important, **l'intensité maximum que pourra fournir la source déterminera donc le temps de recyclage du flash**. Si les accumulateurs Ni-Mh délivrent une tension plus faible que les piles alcalines leur courant de court circuit généralement plus important compensera ce désavantage.

Le rapport du réglage de puissance du flash représentant directement l'énergie consommée par le flash le temps de recharge du condensateur en sera donc diminué en conséquence. Par exemple le 580Ex fournissant 80 joules à 1/1 n'utilisera que 20 joules à 1/4 et aura donc un temps de recharge environ 4 fois plus rapide à cette valeur de réglage.

Energie, intensité de décharge et sécurité.

L'intensité maximale que peut délivrer le condensateur dépend de son impédance interne, laquelle dans le cadre des condensateurs de fabrication spéciale utilisés spécialement est très faible.

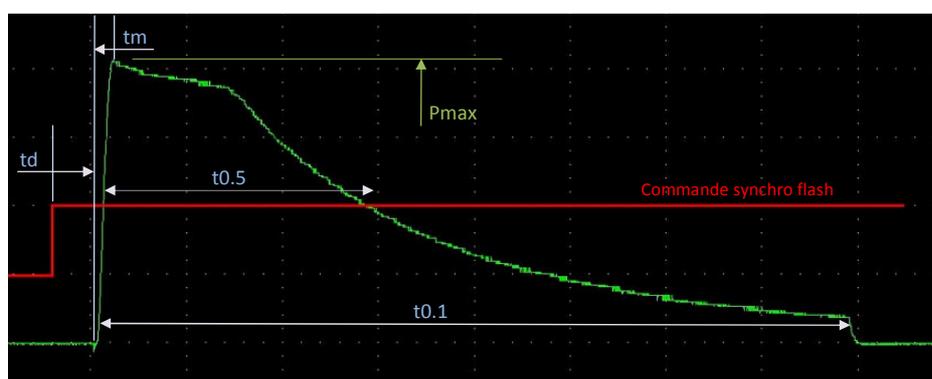
Cette valeur d'impédance est peu facilement mesurable et le courant variant de façon exponentielle la valeur de cette intensité maximale n'a que peu d'intérêt. Il est possible d'en estimer facilement la valeur moyenne qui est la valeur dont les effets physiques nous intéressent avec la

formule $W=UIt$. Dans le cas d'un générateur de studio Broncolor 1600 joules dont les condensateurs délivrent une tension de 720v pendant 1.5ms l'intensité moyenne est de 1500A pendant cette période de quoi faire quelques étincelles et bruler les sourcils. Un flash cobra standard même si l'énergie délivrée est plus faible pourra provoquer quelques dégâts a un bricoleur maladroit, donc garder a l'esprit qu'un condensateur peut garder sa charge pendant quelques heures piles ou source d'énergie primaire enlevée.

Durée d'éclair

Il peut être intéressant dans certains contextes de connaître précisément les durées et temps de fonctionnement de l'éclair, ces valeurs ne sont pas souvent fournies par les constructeurs et nécessitent l'usage d'un flashmètre ou d'instruments de mesure spécifique pour les déterminer.

Le croquis suivant montre un oscillogramme du flux lumineux émis par un flash YN565 a la puissance de 1/1. Peu de temps après la demande d'éclair, le tube est amorcé et la puissance du flux lumineux monte très rapidement a son maximum, le condensateur se décharge dans le tube avec une classique courbe exponentielle jusqu'à désamorçage du tube Xenon.

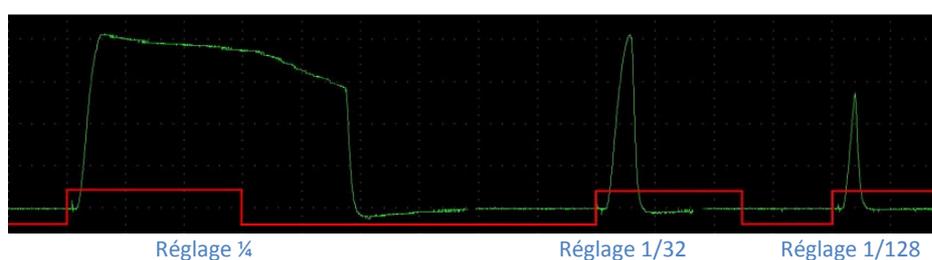


Oscillogramme flux lumineux YN565EX à 1/1

- t_{delay} est le temps entre la commande et le début d'éclairage du tube.
- $t_{\text{montée}}$ est le temps mis par le tube pour atteindre sa valeur de flux maximale.
- $t_{0.5}$ et $t_{0.1}$ sont les durées d'éclair mesurées à 50% et 10% du flux maximal, données en μs ou en équivalent vitesse boitier.
- P_{max} est le niveau maximal du flux atteint par rapport à celui obtenu en 1/1.
- Coupure est le pourcentage du flux maximum auquel intervient l'extinction du tube.

Variation d'énergie par coupure d'éclair

La variation d'énergie délivrée par le flash par coupure de l'éclair aura des répercussions sur la forme du signal lumineux émis. Aux puissances intermédiaires le flux sera presque constant la fin de décharge du condensateur étant supprimée, $t_{0.1}$ est alors égal a $t_{0.5}$. Aux faibles puissances le temps de montée du tube interviendra, le flux lumineux prendra la forme d'une impulsion dont la valeur crête sera inférieure au maximum obtenu à 1/1



Le tableau suivant représente les différentes valeurs chronologiques de l'éclair pour tous les niveaux de réglage de la puissance de sortie d'un flash YongNuo YN565EX. Les valeurs relevées à l'aide d'un oscilloscope sont à 10% près certaines pouvant changer en fonction de la température du tube ou de l'état des batteries.

Réglage Puissance	t delay (µs)	t montée (µs)	t 0.5 (µs)	t 0.5 (1/x ^e)	t 0.1 (µs)	t 0.1 (1/x ^e)	Puissance Maxi	Coupure
1/1	35	78	1350	740	3900	250	100%	10%
1/2	33	80	890	1125	930	1075	100%	70%
1/4	29	80	400	2500	430	2320	100%	90%
1/8	33	72	208	4800	240	4160	100%	95%
1/16	30	80	112	8900	150	6600	100%	97%
1/32	34	77	66	15000	97	10300	100%	97%
1/64	35	60	40	25000	78	12800	90%	-
1/128	29	45	33	30000	66	15000	70%	-

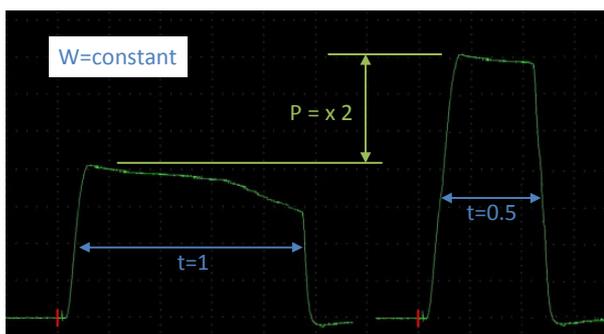
Ce second tableau reprend les durées d'éclair 1/t (vitesse obturateur équivalente) glanées sur le net pour différents types de flashes. Ces valeurs ne sont qu'à titre indicatives, les méthodes de mesure n'étant pas forcément identiques et les protocoles incertains. Par exemple alors que Andy Gock utilise un système cellule plus oscilloscope numérique, Speedlite.net utilise un flashmètre du commerce donnant des mesures plus incertaines.

	Flashes cobra									
	t	Src.	1/1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128
Canon 320 EX	0.1	b	325							
Canon speedlite 430Ex II	0.1	b	350	1600	3000	4300	5250	5600	6500	
Canon speedlite 580Ex	0.1	a	250	920	2060	3760	6000	9500	14000	20000
	0.1	b	285	1400	2800	4600	6500	7500	<8000	<8000
Nissin Di 622 II	0.1	b	375	1400	3000	4600	6500	8000		
Nissin Di 866	0.1	b	200	435	1230	1870	4900	5250	6000	<8000
Nikon SB-24 (t0.1)	0.1	a	230	800	1400	3400	5200			
Nikon SB-26	0.1	a	245	1400	2700	4900	7800	11000	14000	
Nikon SB-28	0.1	a	265	954	1016	3623	6300	9900	14000	
Nikon SB-80 DX	0.1	a	260	1160	2450	4500	7400	11050	15800	22000
Nikon SB-600	0.1	b	265	875	2150	3500	5250	7000	<8000	
Nikon SB-700	0.1	b	305	1000	2300	4000	5250	8000	<8000	<8000
Nikon SB-800	0.5		1050	1100	2700	5900	10900	17800	32300	41600
Metz 48 AF-1	0.1	b	230	875	2000	3500	5600	7000	<8000	<8000
YongNuo 460 II	0.1	b	435	1070	2800	4300	5600	<8000	<8000	
YongNuo 465	0.1	b	350	1630	3500	5600	6500	8000	<8000	
YongNuo 468	0.1	b	405	1310	2620	4600	6000	6500	7500	<8000
YongNuo 560	0.1	a	313	1360	2800	5000	8000	12600	18250	23000
YongNuo 560	0.1	b	325	1310	2800	4600	5600	7000	7500	<8000
YongNuo 565 EX	0.1		250	1100	2300	4200	6600	10300	13000	15000
	0.5		750	1100	2500	4800	8900	15000	25000	30000
YongNuo 565	0.1	b	325	935	2150	3500	4900	<8000	<8000	<8000
	Flashes studio									
	t		1/1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128
Cactus KF36	0.1	a	275	670	1570		5300			
Broncolor flashman	0.1	a	175	170	140					
Broncolor Impact 41	0.1	a	230	400	710					
Godox 120j	0.1	a	350	290	300	280				
Alien Bee B400 160j	0.1	a	1210	1080	970	750	890	770		
Paul Buff Einstein 640j	0.1	a	390	1010	1690	2120	2520	2980	3380	3730
" " mode A	0.1	a	380	1600	3380	6180	7600	8560	7500	7760
Générique Ebay 400j	0.1	a	140	125	125	125	105	100		

Sources : a=Andy Gock blog.
b=speedlite.net

Variation de durée d'éclair à puissance constante

Fromage et dessert : De rares flashes le plus souvent de studio permettent de choisir non seulement la puissance de sortie mais aussi la durée de l'éclair. Pour ce, la seule solution consiste à augmenter la puissance du flux émis pour compenser la diminution de la durée d'éclair. Cette augmentation de la puissance maximum est réalisée par augmentation de la tension des condensateurs, le temps de montée en puissance doit aussi être le plus court possible ce qui implique des câblages et des formes de tube spécifiques. Les flashes spécialisés dans la très haute vitesse ($t_{0.1} > 1/50000^e$) utilisent des condensateurs film non polarisés travaillant sous des tensions de quelques kVolts.



Portée flash et nombre guide

Comme il l'a été évoqué précédemment l'énergie lumineuse fournie par le flash n'a pas forcément de lien direct avec les paramètres d'exposition du boitier. La raison en est à rechercher dans la répartition de cette énergie de base en fonction de la distance et de l'angle de sa diffusion. Les combinaisons de conditions de prises de vue, de type de flashes et de réflecteurs étant infinies un paramètre déterminant les caractéristiques d'un couple flash-réflecteur utilisant des formules de calcul simplifiées et approchées a été créé : *Le nombre guide ou NG*.

La formule permettant de calculer l'ouverture à utiliser pour obtenir une exposition correcte en ne considérant que la lumière du flash lors de la prise de vue est alors la suivante :

$$\text{Ouverture (valeur diaphragme)} = \frac{\text{NG flash}}{\text{distance du flash au sujet (en m)}} * \frac{\text{sensibilité iso}}{100}$$

Le temps d'exposition n'intervient pas car réglé au dessus de la vitesse de synchro flash seul le temps d'éclair est à prendre en compte et est intégré par le constructeur dans le calcul du NG. Plus la distance au sujet augmente plus l'efficacité du flash diminue ce qui explique les fonds noirs en cas de photo purement prise au flash. Et bien sur l'efficacité du flash est affectée par la sensibilité de la pellicule ou du capteur, la valeur du NG fourni par le constructeur est toujours celle à 100 iso.

En cas d'association de plusieurs flashes, les formules faisant intervenir des surfaces les valeurs de NG de ces différents flashes ne s'additionneront pas directement, il faudra calculer la valeur du NG obtenu globalement grâce à la racine de la somme des carrés de chaque NG individuel.

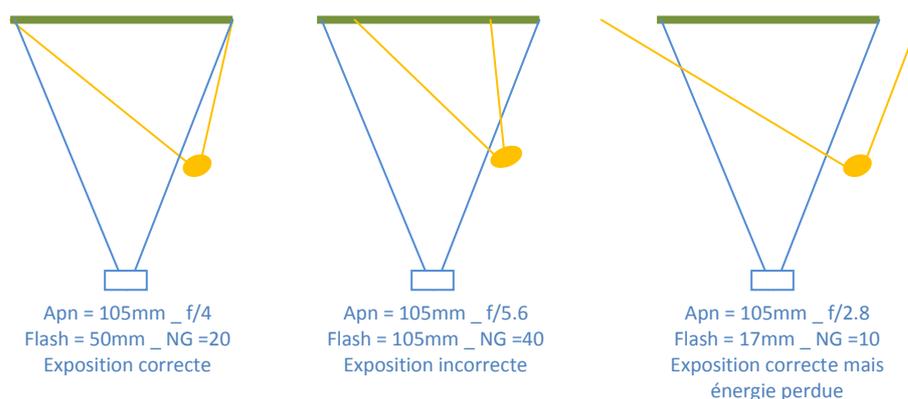
$$\text{NG } \Sigma \text{ flashes} = \sqrt{\text{NG}_1^2 + \text{NG}_2^2 + \dots + \text{NG}_n^2}$$

L'énergie lumineuse en joules ou en Lumens émise par le flash provoquera un éclaircissement en Lux différent du sujet en fonction de la distance de celui-ci (pris en compte dans les formules précédentes) et de l'angle de diffusion du réflecteur.



Dans le cas des flashes cobra disposant d'une tête zoom possédant un réflecteur motorisé les valeurs de NG varieront donc en fonction du réglage de ce réflecteur, une table est généralement alors fournie dans la notice du flash indiquant les valeurs de Ng obtenues pour les différentes combinaisons de réglage du réflecteur et de l'énergie émise par le tube. Le NG maximum mis en avant dans les caractéristiques d'un flash est toujours obtenu pour l'angle de diffusion minimum.

Dans le cas des flashes portatifs la valeur du réglage du réflecteur est généralement non pas donnée en valeur d'angle mais en valeur de la focale d'un objectif ayant le même angle de champ et couvrant donc la même surface. Ceci ne sera vrai que si les distances du flash et de l'appareil photo au sujet sont identiques, dans le cas d'un flash déporté il faudra donc prendre en compte les zones de champ réellement couvertes par tout les intervenants pour éviter les zones noires ou au contraire les déperditions d'énergie dues a un éclairage trop large.



Les flashes cobra sont généralement dotés d'un réflecteur couvrant un des angles de champs équivalents à une optique 24-105mm en FF. Dans le cas de l'utilisation d'un boitier Aps-c l'angle de champ de celui-ci étant réduit il sera possible d'utiliser des réglages du zoom flash a une focale supérieure a celle de l'objectif et profiter d'un NG augmenté, souvent une option du flash réalise la conversion de focale automatiquement.

Il est parfaitement possible d'utiliser un flash avec des focales plus longues que celle prévue d'origine, pour éviter les pertes d'énergie dues à un angle de diffusion du flash plus important que l'angle de champ de l'optique il est possible d'utiliser une lentille de Fresnel concentrant le faisceau émis par le flash.



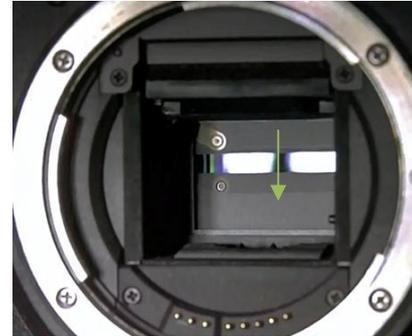
Temps de latence et synchronisation éclair

Fonctionnement obturateur a rideau

La totalité des reflex actuels utilisent des obturateurs à plan focal fonctionnant avec des rideaux venant masquer ou démasquer le capteur.

Ces rideaux constitués de 3 à 4 lames s'empilent en glissant les unes sur les autres sont manœuvrés par des ressorts rotatifs permettant un mouvement vertical de ces lames à vitesse constante, un petit électroaimant permet de les maintenir en position armé ressort compressé.

La position initiale de ces rideaux est symétrique, le premier est déployé masquant le capteur, le second replié en haut de la cage. Lors du déclenchement le premier rideau se replie du haut vers le bas venant démasquer progressivement le capteur, le temps d'exposition sélectionné écoulé le second rideau se déploie à son tour dans le même sens venant masquer le capteur à nouveau. La vitesse de déplacement de ces deux rideaux étant identique chaque ligne du capteur est exposée exactement le même intervalle de temps, mais avec un léger décalage temporel entre le haut et le bas du capteur ce qui dans certains cas de sujets en déplacement rapide peut provoquer des déformations localisées de l'image.



Eos 7D - 1/2000e

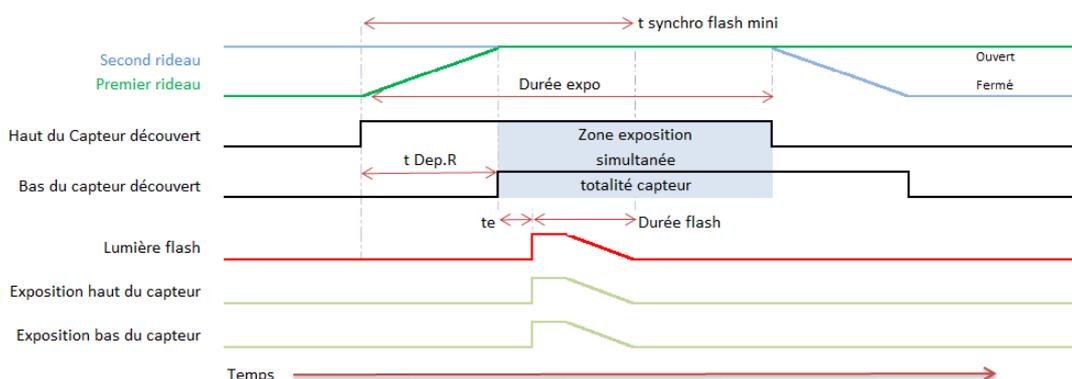
Pour toute vitesse d'exposition supérieure au temps de circulation d'un rideau devant le capteur le début de fermeture du second rideau intervient avant que le premier rideau ait fini de s'ouvrir complètement, seule une partie du capteur est donc exposée simultanément comme il est possible de le voir sur la photo au dessus.

Ce dernier point est particulièrement important dans cadre de l'utilisation d'un flash car il faudra que pendant toute la durée de circulation de la zone exposée du capteur l'éclairage de la scène soit parfaitement constant. La durée d'un éclair étant extrêmement courte et inférieure à cette durée de circulation la seule solution est de travailler à de vitesses d'exposition où le capteur est entièrement découvert, soit pour des vitesses supérieures au temps d'ouverture du premier rideau, cette vitesse minimale est appelé vitesse de synchro X.

La durée d'un éclair étant extrêmement courte et inférieure à cette durée de circulation la seule solution est de travailler à de vitesses d'exposition où le capteur est entièrement découvert, soit pour des vitesses supérieures au temps d'ouverture du premier rideau, cette vitesse minimale est appelé vitesse de synchro X.

Vitesse de synchronisation flash

Le graphique suivant montre lors d'une prise de vue et en fonction du temps le positionnement des rideaux (ouverts ou fermés), l'état d'exposition à la lumière des lignes terminales horizontales haute et basse du capteur, et l'état du flash.



La vitesse d'exposition minimale ou l'usage du flash sera possible devra donc correspondre au temps d'ouverture complète du premier rideau (t Dep. R), du temps nécessaire à la commande et l'initialisation du flash (te) et de la durée de l'éclair, c'est cette valeur qui sera fournie par les constructeurs sous le nom de vitesse de Synchro-X.

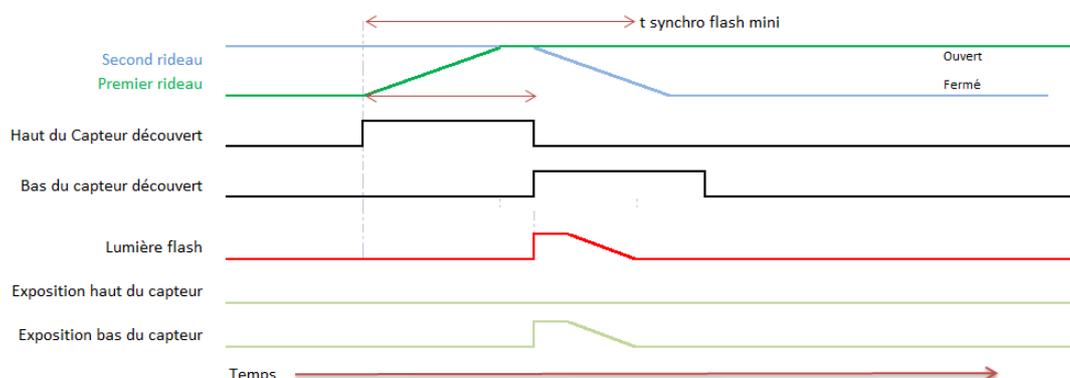
La valeur de vitesse de synchro-X dépendant de la vitesse de déplacement des rideaux et de la grandeur du capteur celle-ci variera en fonction du type et de la qualité de fabrication des boitiers, le tableau suivant donne cette valeur pour quelques boitiers actuels.

Boitiers FF		Boitiers Aps C-H		Boitiers Dx	
Canon 1D X	1/250 ^e	Canon 1D	1/500 ^e	Nikon D1, D1H, D1x	1/500 ^e
Canon 5D	1/250 ^e	Canon 1D II(n)	1/250 ^e	Nikon D2H D2Hs, D2X	1/250 ^e
Canon 5D II, 5D III, 5Ds	1/200 ^e	Canon 1D(s) III, 1D IV	1/300 ^e		
Canon 6D	1/180 ^e			Nikon D40, D50, 70	1/500 ^e
		Canon 7D, 7D II	1/250 ^e	Nikon D60, D80, D90	1/200 ^e
Nikon D3, D3x	1/250 ^e	Canon 10D	1/200 ^e		
Nikon D4, D4s	1/250 ^e	Canon 20D à 70D	1/250 ^e	Nikon D100	1/180 ^e
Nikon D600, D610	1/200 ^e			Nikon D200	1/250 ^e
Nikon D700	1/250 ^e	Canon 300D à 760D	1/200 ^e	Nikon D300	1/320 ^e
Nikon D750	1/200 ^e	Canon 1000D à 1200D	1/200 ^e	Nikon D3000 a 3300	1/200 ^e
Nikon D800	1/320 ^e			Nikon D5000 a 5500	1/200 ^e
Nikon D810	1/250 ^e			Nikon D7000 a 7200	1/250 ^e

Si les vitesses de synchronisation sont actuellement de l'ordre de 1/250^e quelques rares anciens boitiers ont offert des vitesses doubles, ces performances avec le perfectionnement des flashes et l'avènement de fonctionnalités comme le mode HSS sont devenues peu utiles. Attention toutefois a ne pas penser que les anciennes générations de boitiers argentiques sont garantes de hautes vitesses de synchronisation, des valeurs largement inferieures aux standard actuels comme 1/50^e étaient plus souvent de mise.

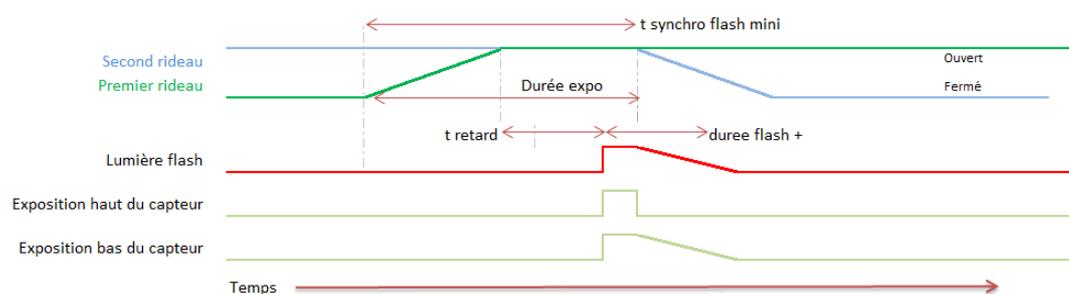
Erreurs de synchronisation

Si dans le chronogramme précédent la vitesse d'exposition étant largement supérieure à la vitesse de synchro-flash le haut et le bas du capteur reçoivent la même quantité de lumière en provenance du flash le croquis suivant montre l'effet d'une vitesse d'obturation excessive. L'allumage du flash intervenant après le début de fermeture du premier rideau le haut du capteur n'est pas exposé

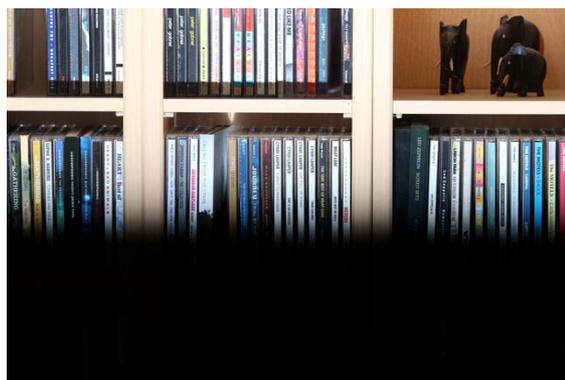


Problème plus insidieux et rencontré plus couramment que la sélection d'une mauvaise vitesse d'exposition, un retard excessif au déclenchement du flash du par exemple a une télécommande de mauvaise qualité ou une durée d'éclair trop importante provoquera un effet similaire a une vitesse d'obturation trop rapide, le début de fermeture du second rideau intervenant avant la fin de l'éclair.

C'est pourquoi les notices des boîtiers préconisent souvent l'utilisation de valeurs de temps d'exposition supérieures à la vitesse théorique de synchro flash lors de l'utilisation d'anciens flashes de studio cette vitesse théorique ayant été calculée pour des flashes cobra rapides.



Comme il l'a été décrit précédemment une erreur de synchronisation du flash provoquera des problèmes d'exposition s'étendant progressivement à partir du haut du capteur au fur et à mesure de leur importance. Mais il ne faut pas oublier que les objectifs inversant l'image la partie haute du capteur correspond à la partie basse de l'image, tout soucis de synchronisation provoquera donc un effet similaire à celui présent sur la photo ci-contre (Problème de télécommande).



Autres types de synchronisation

Si la synchronisation-X est la valeur la plus souvent utilisée de nos jours d'autres modes ont pu être utilisés, principalement avec des lampes électrochimiques :

- **Synchronisation FP** : Ce mode utilise un éclair de longue durée conjugué à des boîtiers possédant des vitesses de déplacement rapide des rideaux. Le flash sera déclenché quelques ms avant le début de l'ouverture du premier rideau, en considérant que la durée de l'éclair sera suffisamment longue pour être considérée comme uniforme pendant toute la durée de circulation des rideaux. Il est alors possible d'utiliser des vitesses d'exposition supérieures à la vitesse de synchro-x avec une exposition du capteur non simultanée (fente).
- **Synchronisation M** : Utilisé pour des lampes ayant un temps de montée important, cette synchronisation est comparable au mode FP avec un réglage du retard de l'ouverture du premier rideau pour permettre à la lampe d'atteindre son flux lumineux maximum.
- **Synchronisation F** : Peu de renseignements sur ce mode de synchronisation, il serait l'équivalent au mode FP avec un déclenchement du flash juste après le début d'ouverture du premier rideau.

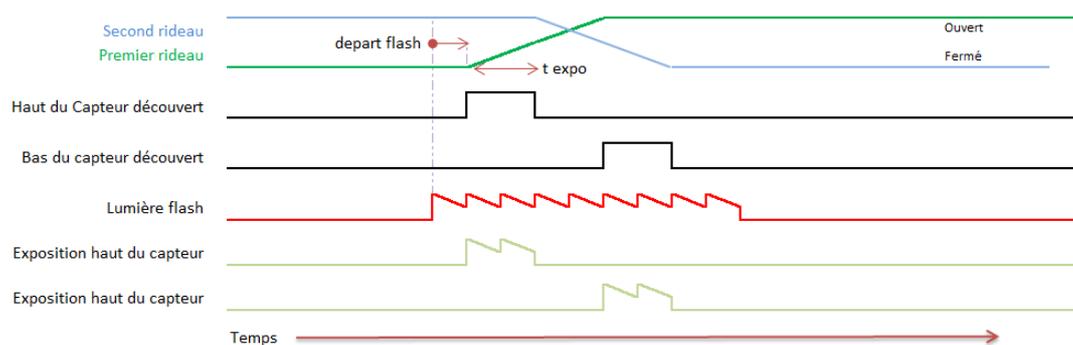
Prise de vue haute vitesse au flash

Pour opérer des prises de vue à des vitesses supérieures à la vitesse théorique de synchro flash souvent relativement basse plusieurs méthodes existent.

Mode HSS - High speed synchro

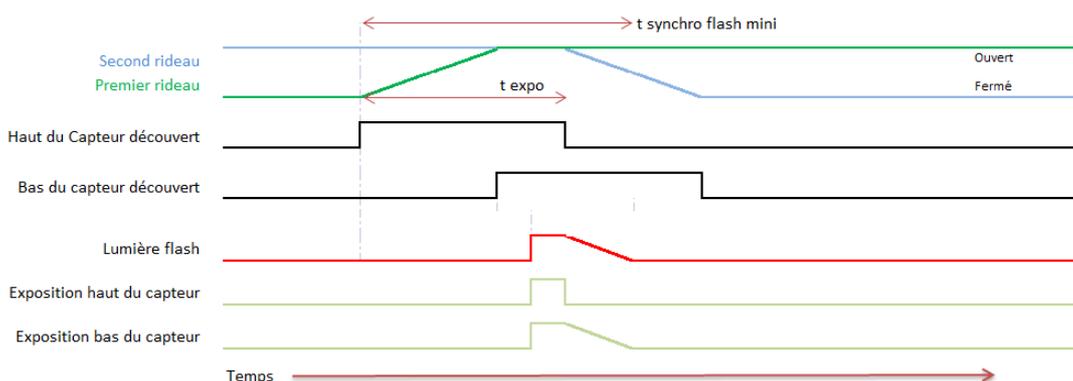
Equivalent à une synchronisation de type FP le mode appelé HSS chez Canon ou AutoFP chez Nikon nécessite l'emploi d'un flash spécial pouvant émettre une série d'éclairs à haute fréquence lesquels vont simuler une lumière continue en jouant sur l'inertie thermique du tube et sa self série pour lisser les ondulations résiduelles. L'émission de cette série d'éclair devant durer au moins le temps de manœuvre des rideaux additionné du temps d'exposition la puissance moyenne obtenue sera toujours largement inférieure à celle disponible dans un fonctionnement classique, ce mode ne permet pas de dépasser généralement le niveau de réglage 1/8 à 1/4.

Le départ de la séquence étant effectué avant le début d'ouverture du premier rideau seule une commande du départ du flash en mode E-TTL ou iTTL est possible le signal Synchro flash ne pouvant être utilisé arrivant trop tardivement.



Travail aux limites

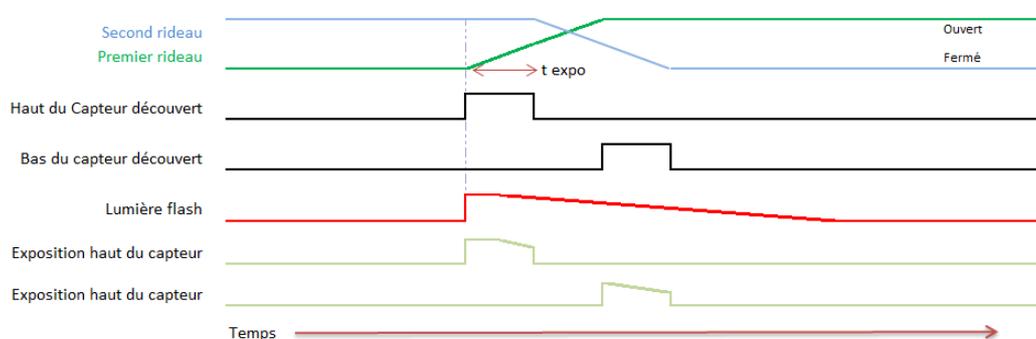
Sans doute la méthode la plus simple mais offrant un gain de vitesse relativement faible, le principe consiste à commander le flash manuellement via le contact de synchro flash pour régler une vitesse supérieure à celle théoriquement maximale en utilisant les marges de fonctionnement du constructeur. En utilisant des flashes avec un temps de réaction rapide et des durées d'éclair faibles il est possible de gagner 1/3 à 2/3 d'IL en vitesse d'exposition. Le Nikon D800 est réputé pour pouvoir travailler à 1/320^e sans trop de soucis.



Mode spécifique utilisé par le fabricant de transmetteurs Pocket Wizard et existant sous des formes similaires chez d'autres constructeurs. Ce mode équivalent à une synchronisation de type F permet l'utilisation de flash non HSS et de maximiser leur puissance. Il faut toutefois que la durée de l'éclair soit supérieure à celle de circulation des rideaux ce qui le réserve plutôt à des flashes de studio, un compromis est alors accepté au niveau de la linéarité d'exposition de l'image.

Le flash est allumé pendant la circulation du premier rideau, de préférence au départ de celui-ci mais un retard peut être admis si un recadrage est effectué pour éliminer la bande noire générée par ce retard. La bande de capteur découverte par le croisement des deux rideaux sera alors exposée par la lumière décroissante de l'éclair. La photo sera donc affectée par un dégradé pouvant éventuellement être corrigé en post-traitement.

Pour gérer le délai de déclenchement avec une précision suffisante les signaux E-TTL sont utilisés, des réglages permettent une compensation des temps de latence des flashes et des transmetteurs, mais contrairement au mode HSS des flashes manuels peuvent être commandés.



Openflash

Temps de latence déclenchement

Tous les boîtiers possèdent un retard entre l'activation de la commande de déclenchement et le début de l'exposition. Ce temps de latence peut se répartir entre le délai d'initialisation de l'informatique interne et du capteur, celui de mise au point et les différents temps mécaniques (Montée miroir, armement et commande rideaux...). Le temps d'initialisation informatique assez important peut être diminué en activant l'entrée focus au préalable.

Ce temps de latence assez important et surtout pouvant varier suivant les conditions de prise de vue pour un même boîtier (mouvement du diaphragme de l'objectif variant avec l'ouverture par exemple) pose un problème dans le cadre de photographie de sujets rapides de façon automatique.

La valeur de ces retards peut facilement être déterminée en mesurant le décalage entre une commande et l'activation du signal synchro flash. Pour plus de détail voir le document "*Temps de latence EOS*" chez le même créancier.

Temps de latence pour quelques boîtiers Canon

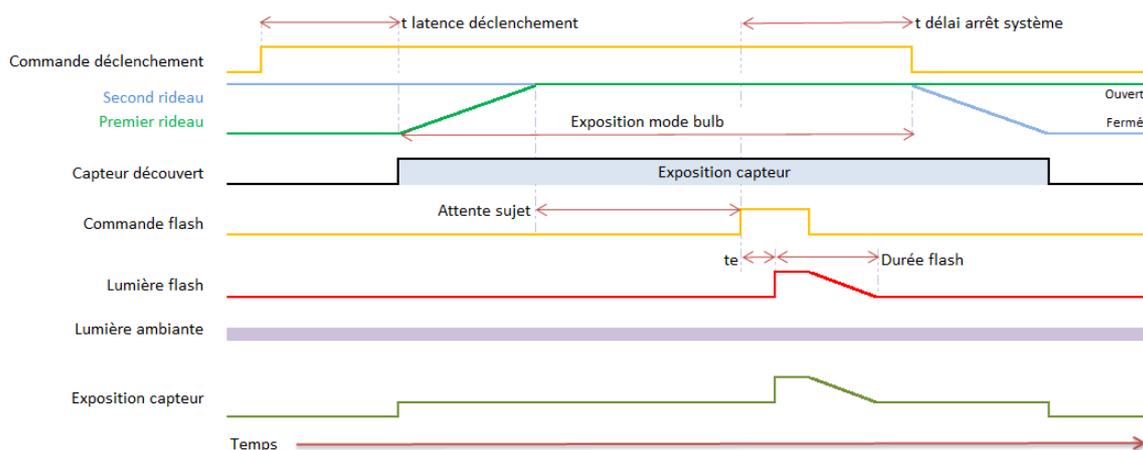
Valeurs en ms	D60	350D	400D	40D	7D	1D3	1Dx	5D3
Latence cycle complet	300	240	116	126	142	162		140
Latence focus activé	100	100	66	59	82	54	55	56
Intervalle entre photos			333	160	125	100	85	167

Principe open flash

En open flash la commande de prise de vue et sa durée d'exposition ne sont plus gérés par l'obturateur du boîtier celui-ci demeurant ouvert en permanence mais directement par le flash et sa durée d'éclair. Ceci permet l'obtention de vitesse de prise de vue non accessibles aux obturateurs mécanique avec l'utilisation de flashes ultra rapides fonctionnant sous très haute tension et surtout le temps de latence extrêmement faible des flashes résoudra les problèmes de cadrage d'un sujet en mouvement causé par celui des boîtiers beaucoup plus important.

L'inconvénient de cette méthode est l'influence de la lumière externe naturelle par rapport à la lumière apportée par le flash. Il faudra donc que cette lumière ambiante soit au niveau le plus faible possible ou que l'obturateur ne soit ouvert que pendant le temps minimal indispensable.

Le croquis ci-dessous présente le fonctionnement basique d'une prise de vue en open flash. Le système va être armé par la commande de déclenchement du boîtier réglé en mode Bulb, le temps de latence de déclenchement écoulé le premier rideau va s'ouvrir, le système de prise de vue est en attente du sujet. Le sujet arrivant dans la zone de prise de vue le détecteur lui étant associé va déclencher le flash avec un temps de latence minimal ($t_e=0.1$ à 0.2 ms) pour effectuer la prise de vue effective. Au bout d'un temps correspondant à la durée du flash et d'un intervalle de sécurité la commande de déclenchement du boîtier est arrêtée pour permettre la fermeture des rideaux et le réarmement du système.

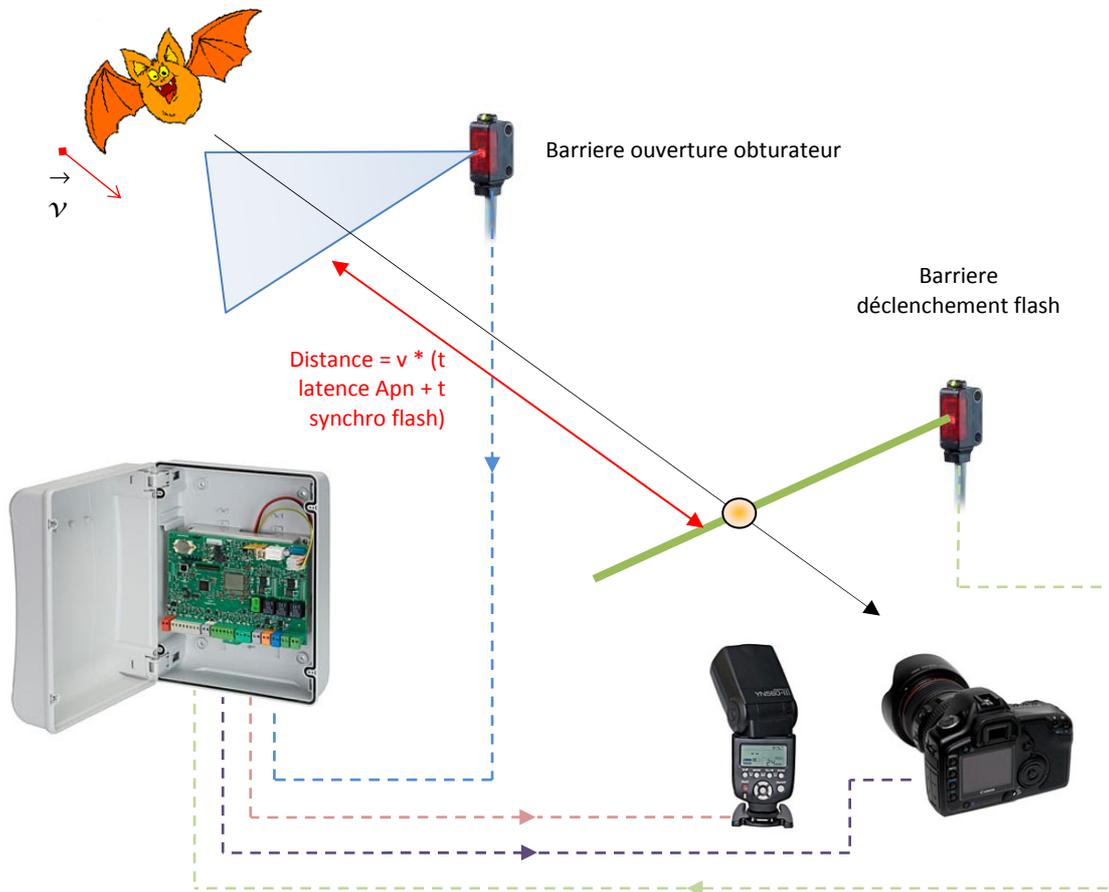


Inconvénients mode open flash

Le principal inconvénient de ce mode réside dans le fait que le temps d'exposition du capteur doit être au minimal égal à celui de synchro flash additionné du temps d'attente du sujet lequel peut être excessivement important. La lumière ambiante exposant le capteur durant cet intervalle celle-ci devra donc être la plus faible possible comparée à celle apportée par le flash, de ce fait la gestion de l'exposition du sujet par rapport à l'arrière plan sera plus difficile à gérer.

Pour pallier à ces inconvénients l'utilisation d'un second obturateur mécanique ou électronique (LCD) à grande vitesse en amont de l'objectif peut être envisagé mais fait rentrer le système dans un autre monde qui pourrait faire l'objet d'un autre document.

Plus facilement l'utilisation de système de gestion de déclenchement évolué et d'une seconde barrière commandant le déclenchement du mode bulb permettra de réduire le temps d'attente du sujet au minimum en l'adaptant au temps de latence du matériel employé.



Dans le système automatisé ci-dessus la première barrière possédant un large champ de détection provoque la mise en mode bulb du boîtier reflex, la seconde barrière d'une portée plus sélective déclenche le flash, l'illumination du sujet et la mise au repos du boîtier. La distance entre les deux barrières doit être prévue pour que le boîtier ait le temps d'ouvrir complètement son premier rideau avant que le sujet n'arrive sur la seconde barrière. Le temps d'ouverture de l'obturateur est réduit à son strict minimum, comparé à une commande manuelle du mode bulb la luminosité ambiante aura moins d'effet sur le cliché réalisé.



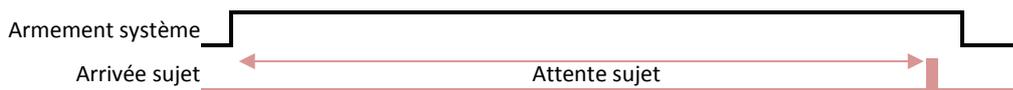
Déclenchement boîtier manuel



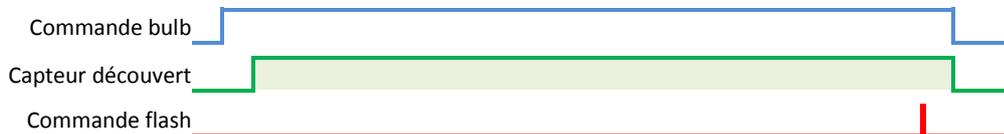
Déclenchement boîtier auto

Dans les cas où ce montage n'est pas applicable il est possible de réduire les effets de la luminosité ambiante en limitant la durée de la pause longue automatiquement. Dans ce cas durant toute la durée d'attente du sujet le système de gestion au bout de la durée d'exposition maximale programmé relance un cycle de prise de vue automatiquement. Si cette méthode ne demande pas de matériel supplémentaire elle est peu être source d'un nombre de photos inutiles considérable, de plus si le sujet arrive pendant la période de réinitialisation du boîtier entre deux clichés il ne pourra être bien sur photographié.

Chronogrammes de fonctionnement open flash



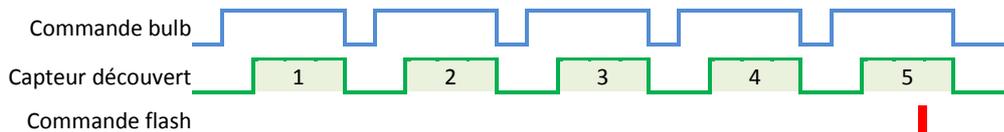
Déclenchement mode bulb manuel



Déclenchement mode bulb par seconde barrière



Limitation automatique durée mode bulb



Synchro flash - X

La commande synchro flash est un moyen permettant le déclenchement du flash, son origine provient des débuts de la photographie moderne et des appareils à obturateur. Son fonctionnement reposant sur la mise à la masse d'une entrée du flash trouve sa source dans le fonctionnement mécanique des premiers obturateurs ou le premier rideau électriquement solidaire du châssis venait établir le contact sur une butée. Cette méthode permet d'être indépendant des caractéristiques du flash et de n'embarquer aucune source d'énergie dans le boîtier.

Commandes synchro-X boîtier

Deux formats de connexion normalisés sont actuellement couramment employés, le connecteur PC permettant de commander tous types de flashes et le plot central de la griffe porte flash standard. Les anciens modèles de prises propriétaires (Eclatron, Leica M, Contax, Semflex ...) existant à l'époque des boîtiers argentiques n'offrent plus d'intérêt à notre époque et ne seront pas détaillées.

Prise synchro Flash (PC-X - Prontor-Compur)

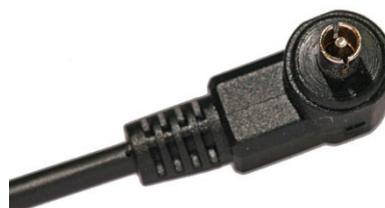
Ce connecteur universel et standardisé à la norme ISO-519 est dédié à la connexion d'un flash externe (Généralement flash ou générateur de studio). Il est constitué côté boîtier d'un point central femelle (diamètre 1mm), d'une couronne concentrique male (diamètre 3.5mm) reliée à la masse du châssis et d'un corps possédant un pas de vis anti arrachement.

Cette prise ne se trouve que sur les gammes Canon pro (1D, xD) et expert (xxD), sur cette dernière l'implantation a été abandonnée à partir du 60D.

Connecteur boîtier

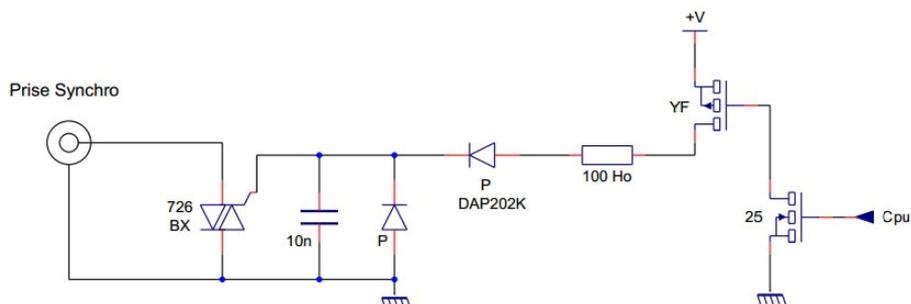


Fiche male sans système de verrouillage vissant anti arrachement

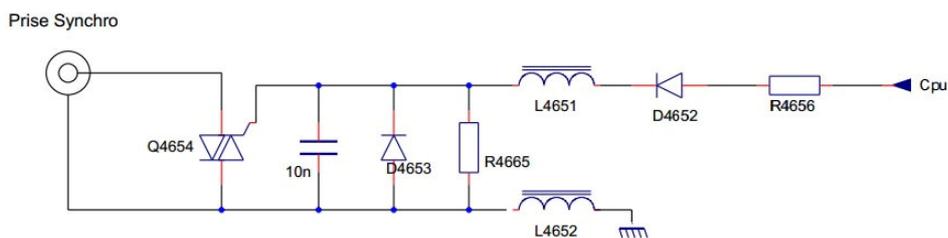


A l'activation cette sortie court-circuite à la masse le point central. Afin de garder la compatibilité avec des anciens flashes de studio utilisant une haute tension de commande pouvant éventuellement être négative l'élément de commutation utilisé est un triac de faible puissance.

Ci-dessous se trouve le schéma utilisé par un 40D, la référence du triac n'a pas été déterminée mais il s'agit d'un modèle classique a courant de gâchette réduit (5mA cadran positif, 12mA cadran négatif), et ayant certainement des capacités de commutation d'environ 1A sous 600v.

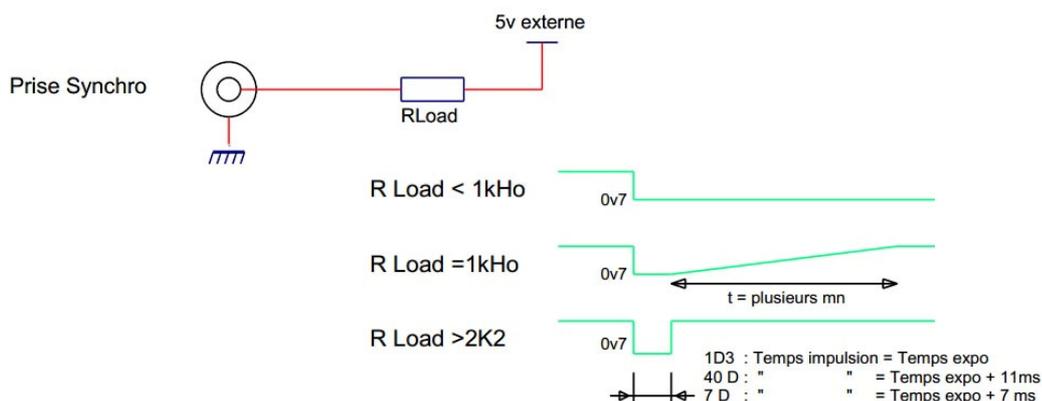


Le schéma tiré d'un 1D3 ne diffère que par la présence de selfs d'arrêt sur la gâchette du triac et la connexion au châssis.



Influence de l'impédance de charge

L'utilisation d'un triac n'est pas gênant pour la commande d'un flash de studio ceux-ci disposant généralement d'une cellule RC série en entrée. Mais dans le cas de la connexion d'un montage autre un courant de charge supérieur a celui de maintien du triac provoquera son verrouillage, le désamorçage ne peut alors s'obtenir que par déconnexion de la charge. Toujours dans le cas du 40D le courant de charge devra être inférieur à 2ma pour respecter le timing normal des opérations (Voir le chapitre sabot TTL pour le détail de ceux-ci).



Sabot flash (Hot Shoe) Iso-518

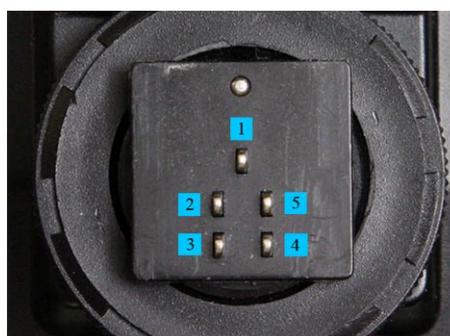
Le sabot flash au standard ISO-518 utilisé par la plupart des constructeurs (Canon, Nikon, Leica, Pentax, Olympus, Sigma) est créée à l'origine en 1913 pour Leica comme support d'accessoires (viseur collimaté) puis utilisé pour les flashes externe. Il dispose d'un contact central universel Synchro-X (1) assurant les mêmes fonctions de déclenchement direct que la prise synchro flash, et de trois à quatre contacts gérant la liaison série permettant un dialogue avec les flashes compatibles, le commun est la griffe reliée à la masse générale du boîtier.

Sur les boîtiers Canon un micro switch sur la partie droite de la griffe assure la détection de la présence d'un flash externe, provoquant entre autre la désactivation de la sortie du flash intégré et la validation des signaux de dialogue boîtier/flash. Sur certains boîtiers postérieurs au 40D (7D, 1D3, 5D3 ...) la sortie X-Synchro est toujours validée quelle que soit l'état de la détection de présence flash, les autres signaux E-TTL y restent asservis.

Affectation des broches sabot TTL Canon



Sabot boîtier



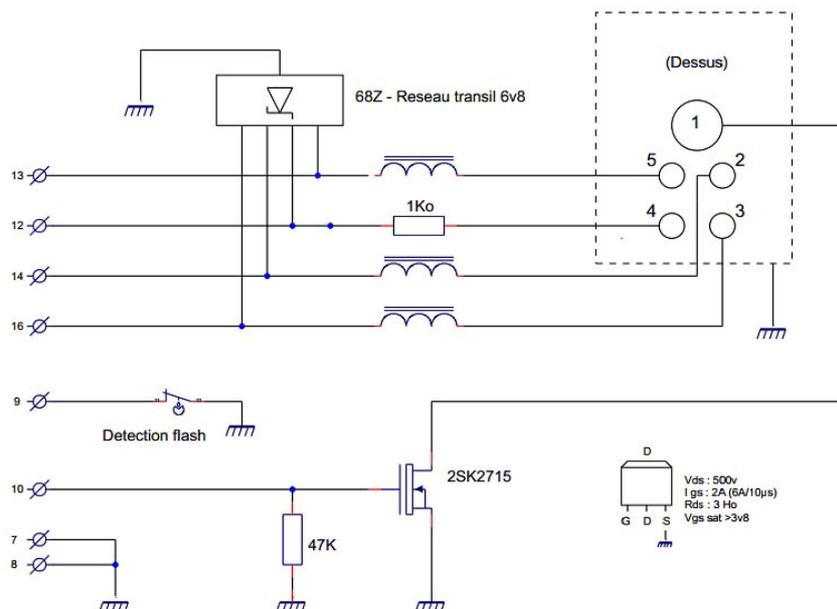
Sabot flash

	Série A	Série T, A-TTL	E-TTL, E-TTL II
1	X - Synchro : Déclenchement flash		
2		FEID : Data boîtier vers flash, valeur zoom	EFIDO : Data boîtier vers flash
3	CCC : Flash prêt	CCC : Flash prêt, lampe AF on, synchro demi rideau.	CCC : Flash prêt, lampe AF on
4	AVEF : Valeur Af flash vers boîtier	AVEFI : Data flash vers boîtier	AVEFI : Data flash vers boîtier
5		STSP : Horloge, signal TTL ok	STSPC : Horloge, signal TTL valide

Les anciens brochages de série A et T ne sont donnés qu'à titre indicatif, les boîtiers numériques étant tous au format E-TTL ou E-TTL II.

Schéma interne sabot EOS 1D Mk3

Les 40D, 450D et le 1D2 utilisent des schémas similaires, les seules différences étant l'utilisation de transils en boîtiers unitaire et pour le 1D2 l'utilisation d'un 2SK3113 (600v 2A) comme étage de sortie synchro flash.



Affectation des broches sabot iTTL Nikon

Utilisant le même format physique et fonctionnalité du contact central Synchro-X que les boîtiers Canon le dialogue informatique entre le flash et le boîtier Nikon utilise un système différent n'utilisant que trois contacts.



1	Synchro-X	Déclenchement flash
2	Ack / SP	Acquittement et autorisation datas <i>Flash présent</i>
3	Clock / Ready	Horloge data <i>Flash prêt</i>
4	Data / Quench	Liaison donnée bidirectionnelle <i>Commande d'arrêt éclair</i>
5	Gnd	Masse

Les informations en italique ne sont que pour les boîtiers utilisant l'ancien protocole TTL basés sur l'utilisation de signaux logiques, les flashes sont aptes à gérer les deux types de système.

Sabot flash (Hot Shoe) iIso

Ce type de sabot est utilisé par Minolta/Sony depuis le milieu des années 80 est une tentative de standardisation des protocoles de dialogue entre le flash et le boîtier via une refonte Complete du vieux sabot standard Iso-518.



1	Synchro-X	Déclenchement flash
2	Ready / Data	Flash prêt / Liaison données
3	Clock	Horloge data
G	Gnd	Masse

Caractéristiques électriques

Tension limite d'entrée

Canon annonce une limite de 250v pour les prises PC et synchro flash sabot. Les triacs utilisés pour la prise PC ou les mos généralement utilisés pour la sortie Sy-X du sabot possèdent une tension de service d'au moins 500v ce qui assure une marge suffisante. **Attention toutefois avec l'utilisation de flashes haute tension avec un adaptateur sabot, les diodes de protection des quatre bornes E-TTL n'assurent qu'une protection ESD, l'envoi d'un impact de tension trop important sur celles-ci pourra provoquer la destruction de la carte mère du boîtier.** Il sera donc préférable d'insérer le flash déchargé ou d'utiliser un adaptateur masquant ces contacts informatiques.

Ces propos ne s'adressent que pour les boîtiers de la gamme numérique Canon, ils seront pour la sortie Sy-x du sabot à prendre sous toute réserve pour les boîtiers compacts de la marque, les boîtiers reflex d'autres marques ne devraient pas non plus poser de soucis mais n'en ayant pas analysés toutes les précautions devront être prises dans le cas de l'utilisation sur le sabot de flashes ayant une tension de synchro supérieure à 24v.

Polarité d'entrée

Sabot : Dans le cas d'application d'une tension de flash négative le fonctionnement n'est pas possible, la diode de protection du mos passant provoquant l'activation continue du flash.

Prise PC : La sortie de la prise synchro flash n'est pas polarisée et admet donc une tension négative en entrée.

Impédance de charge

Comme vu au chapitre prise PC la différence essentielle entre cette sortie et le plot sy-X du sabot réside dans le possible verrouillage de ce signal, la commutation étant assurée par un triac et non pas un transistor. Le sabot sera donc utilisé de préférence en cas de connexion d'une interface externe demandant un courant supérieur à 2ma comme une simple Led.

Le courant du sabot limité à 2A par le mosfet de sortie ne devrait pas poser de soucis, y compris avec les vieux flashes de studio à commande directe des transfos d'impulsion de tubes. Par contre les prises synchro PC devraient être un peu plus sensibles à l'impédance minimale des charges qui leurs sont connectées le triac utilisé ayant des caractéristiques en courant moindre (0.8A en régime continu, 8A en crête non répétitive).

Chronologie commande Synchro-x

Les sorties synchro-X du sabot et de la prise synchro flash utilisent la même chronologie issue de l'obturateur et générée par la CPU.

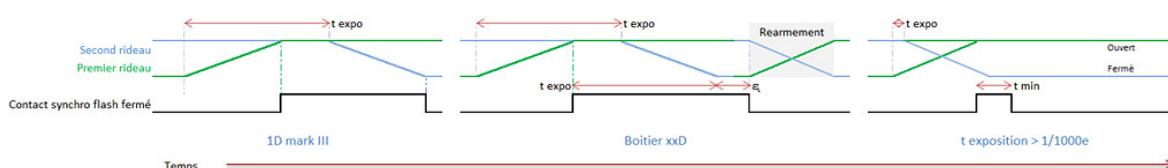
Le signal est actionné à la fin de l'ouverture du premier rideau et est désactivé soit à la fin de fermeture du second rideau, soit par la fermeture du premier rideau lors de son réarmement. Dans le cas de la seconde solution utilisée généralement par les boîtiers courants un décalage entre le temps d'exposition réel et celui d'activation du signal est alors existant, le 1D3 utilisant uniquement la position du premier rideau offre une synchronisation presque parfaite entre le signal Sy-X et la durée d'exposition.

Décalage durée signal Sy-X / Temps d'exposition

	40D	7D	1D3	
Durée signal Sy-X vs Temps expo (ϵ)	+11ms	+7ms	=	

L'erreur entre le début du signal et la fin d'ouverture du premier rideau est inférieure à 0.05ms avec le 1D3 et de 0.2 ms pour un 7D, ce qui est négligeable. Il est à noter que ce décalage fait l'objet d'un ajustement informatique du boîtier devant être effectué par le SAV lors du remplacement de l'obturateur.

Pour les vitesses d'exposition élevées la durée du signal synchro-X est augmentée par le processeur du boîtier à une valeur minimum pour maximiser la compatibilité avec les périphériques connectés.



Synchronisation second rideau

Le mode second rideau n'est pris en compte par les boîtiers Canon qu'avec des flashes E-TTL grâce à leur dialogue informatique, les sorties synchro flash ne peuvent donc piloter des flashes manuels dans ce mode. Cela peut s'expliquer par le fait que le temps d'éclair étant variable selon la puissance et le type de flash et n'étant pas connu alors que cette valeur est nécessaire pour calculer le top départ en fonction du temps d'exposition (Une valeur générique de 10ms aurait pu être utilisée comme chez d'autres constructeurs).



Entrées Synchro-X Flashes

Les entrées synchro-X des flashes peuvent se présenter sous de nombreuses formes et surtout caractéristiques électriques.

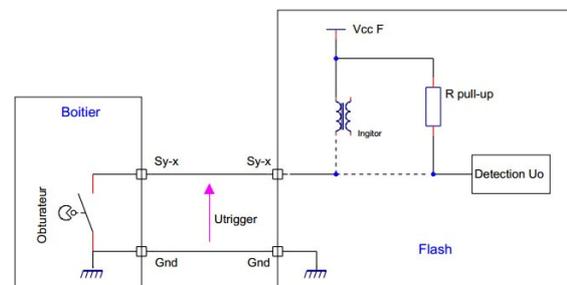
Connecteurs Synchro Flash

Les connecteurs d'entrée synchro flashes sont généralement du type Prontor Compur Iso-519 (Flashes de studio, flashes cobra), Sabot flash Iso-518 (Flashes cobra), Jack 3.5mm (Flashes de studio, Broncolor ou Elinchrom par ex), Jack 6.35mm (Flashes de studio, principalement Chinois).



Fonctionnement électrique

Si la commande de déclenchement du flash se fait toujours par fermeture d'un contact par l'obturateur du boîtier mettant à la masse son entrée Synchro-x de nombreuses solutions technologiques variant selon les modèles et marques de flashes sont utilisées pour amorcer le tube. Il est possible de regrouper ces méthodes en deux familles : Soit le contact Sy-x sert directement à alimenter le transformateur d'impulsion du tube, soit celui-ci est commandé par un système intermédiaire et dans ce cas seule une détection du passage au niveau zéro de l'entrée Sy-x est effectuée.



Ces deux solutions ne diffèrent que par le courant circulant dans le contact Sy-x et éventuellement la tension présente à ses bornes au repos. Le transformateur d'impulsion pour générer le pic de 4Kv nécessaire à l'amorçage du tube a besoin d'une tension de quelques centaines de volt à son primaire, dans le cas où ce TI est commandé directement cette tension se retrouvant automatiquement aux bornes du contact Sy-x celui-ci devra supporter cette valeur ce qui peut poser quelques soucis. L'utilisation d'un système intermédiaire permet l'obtention de courants circulant dans le contact Sy-x et l'utilisation de tensions de plus faibles valeurs.

De manière générale la commande directe du transformateur d'impulsion ne se trouvera que sur d'anciens flashes de première génération.

La tension aux bornes du contact Sy-x pouvant varier dans des proportions importantes il faudra impérativement vérifier que le système commandant le flash puisse la supporter. De plus d'anciens modèles utilisant une polarité négative, certains composants comme les VMos, les transistors bipolaires ou l'utilisation d'une diode de protection rendront la commande de ces flashes impossible.

Dans le cas des boitiers reflex Canon la prise PC est connectée à un triac et pourra donc accepter tous types de flashes. Le contact central de la griffe sabot aura un usage un peu plus restrictif étant commandé par un vmos, si sa tension limite de fonctionnement d'au moins 400v permet la connexion à tout type de flash ceux-ci devront être impérativement de tension positive. **Attention toutefois avec la griffe porte flash, la présence des contacts de liaison TTL peut rendre l'usage d'un flash haute tension dangereux pour le boitier**, ces contacts bien que dotés de transils de protection ne sont prévus que pour fonctionner en 5v, l'envoi d'une impulsion HT a l'insertion du sabot par exemple pourra provoquer la destruction de la carte mère du boitier.

Ces propos ne sont valables que pour les boitiers reflex Canon, dans tout les autres cas l'usage d'un flash à commande haute tension nécessitera toutes les précautions et vérification utiles.

Le tableau suivant reprend la tension présente aux bornes du contact synchro flash de quelques boitiers, une recherche google avec "trigger flash voltage" donnera d'autres valeurs. Dans tout les cas l'utilisation d'un simple voltmètre permettra de mesurer cette valeur et d'agir en toute connaissance de cause.

Marque	Modèle	U(v)
Achiever	115 A/S	10.6
	250 TZ	8.5
	260 AF	3
	260 DZ	3.4
	260 T	250
	321 AZ	300
	632 LCD	4.7
Agfatronic	2 A	210
	201 B	81
	240 B	238
	261 CB	64
	280 VB	50
	383 CS	6.5
	401 BCS	212
Albinar	643 CS	6.5
	90 MDT	3.2
Argus	100 MDT Twin	3
	9138 Auto	270
Armatar	90 MDT	10
Ascor Light	CD 2400	14.5
Bakar	Super A2400	-202
Bauer	E528AB	253
Blacks	DZ40	8
	TDZ 120	2.6
	DM360BT	4
Braun	28	220
	32M	3.5
	34	11.7
	38 M Logic	7.5
	370 BVC	22
	380 BVC	11.6

Marque	Modèle	U(v)
Braun	400 M Logic	7.6
	410 VC	21.4
	420 BVC	11.6
	440 VC	16
	F34	161
	Hobby	225
	Variozoom 340	4.3
Britek	AS 36	5.3
	SP250 Monolight	6.7
Broncolor	1500	15
	Minipuls	25
	Pulso	10.8
Paul Buff	Radio remote 1	4.9
	Remote RC1	9.3
	Ultra Zap	6
	Ultra 600	13.6
	Ultra 1200	10
	10000	24.1
Bowens - Calumet	PS	30
	Monolite 400	170
	Traveler	15
Canon	AB56	7.8
	011A	17
	133A	6.1
	155A	8.7
	166A	4.3
	177A	6.8
	188A	4.1
	199A	6

Marque	Modèle	U(v)	
Canon	200E	4	
	200M	12.3	
	244T	4.4	
	277T	4.8	
	299T	4.8	
	553G	5	
	577G	4.7	
		300 EZ	3.6
		300 TL	3.8
		420 EZ	4
		ML-3	5
	90 EX	3	
	220 EX	5	
	380 EX	4.2	
	420 EX	4.5	
	550 EX	5	
	580 EX II	4.5 / 4.2	
Centon	FG20	275	
	FG30	200	
	FH30	4	
	FH85	4	
	FH95	5	
	MR20 Ring	4.4	
Cinon	Pro 1090C	180	
Chinon	AF 280 TTL	5.3	
	S-250 Zoom	5.2	
	S-300	11	
Cobra	Auto 250	66	
	440 AF	3.5	
	700 AF	4.4	
	D650	5.6	
Comet	CX 244	11	
Contax	TLA20	4	
	TLA30	2	
	TLA 200	4.1	
Courtenay	Colorflash 2	17.2	
Culman	34 AF/C	4.5	
	CX40	5.2	
	DC36	2.5	
	MD34	6	
	SL16	4.5	
	SL28	6.3	
Digislave	2000	200	
	3000	7	
Elinchrom	-	5	
Falcon Eyes	DE250	-15	
Fuji	GA	3.5	
	FLMX29	216	
GMI	IR transmitter	324	
Hanimex	CX 440	180	

Marque	Modèle	U(v)	
Hanimex	Pro 550	234	
	TS 855	209	
	TX 325	3	
	TZ *2	225	
	TZ 36	4.6	
	TZ 755	4.5	
	TZ 2500	196	
	Hensel	Contra 500	10.5
		Super Mini 500	41
2c Ir trigger		17	
Hitacon	Mini	190	
Holgon	2800 HC	5.4	
Honeywell	Auto 52	115	
	892S	1.25	
Ikelite	50	5.3	
	DS 125	1.25	
Image	CBD 30	2.9	
	CZ 65	201	
	CBZ 2500	3	
Itorex	3000 Tw	23	
Jessop	220 TBZ	212	
	280 ABZ	249	
Kakonet	4500	210	
Kalimar	171A	239	
	175A	183	
	TW 3600	5.7	
Kenlock	TV45	10	
Kitstar	50BC	160	
KMart	Pro 700	230	
Kodak	Gear Auto	222	
	80030	236	
Konoca	HX 14	5.9	
	HX 18w	8.4	
Leica	CF	11	
Lumedyne	Tous	100	
Luxon	132 Afc	1.23	
Minolta	Auto 22 - 25	240	
	Auto 32	192	
	Auto 128	297	
	Auto 200X	6.9	
	Auto 280PX	1.8	
	Auto 360Px	5.3	
	132 Px	30	
	1800 AF	1.9	
	2800 AF	1.65	
	3500 Xi	1.9	
3600 HSD	3.5		
4000 AF	2.5		
5400 HS	4.7		
Metz	202	200	
	402	206	
	404	80	

Marque	Modèle	U(v)
Metz	20 B3	168
	20 BC4	185
	20 BC6	5
	23 BC4	183
	28 C2	5
	30 B3	170
	30 BCT4	172
	32 Z1	4
	32 Z2	4.1
	32 CT3	22
	32 CT4	12
	32 CT7	9.2
	32 MZ3	3.3
	34 BCT2	211
	36 C2	6
	36 CT3	21
	38 CT3	6.5
Metz	40 AF4c	4.4
	40 MZ2	4.8
	40 MZ3	4.4
	45 CL1	7.7
	45 CL4	17
	45 CT1	220
	45 CT4	17
	45 CT5	15
	45 MZ2	5
	50 MZ5	2.6
	54 MZ3	4.2
	56 1	210
	60 CT1	21
	60 CT2	28
	60 CT4	5
Minox	FC35	131
	TC35	170
	MF35	194
Miranda	ZF3 Zoom	246
	630 CD	30
	930 RCD	6.5
Multiblitz	Varilux 1000	6.5
National Panasonic	PE 20	6.2
	PE 170	120
	PE 205	155
	PE 256	270
	PE 287	8.3
	PE 300	33
	PE 380	10
	PE 387	7.8
	PE 480	8.4
	PE 3057	10.5
	PE 3350	32
	PE 3357	9.7
Nikon	SB 10	5.2
	SB 15	3.4
	SB 16	4.2
	SB 18	4.6

Marque	Modèle	U(v)
	SB 20	5.5
	SB 21B	4.6
	SB 22S	5.3
	SB 23	5.5
	SB 24	5.5
	SB 25	3.7
	SB 26	5.4
	SB 27	4.5
	SB 28	3.5
	SB 30	4.6
	SB 50Dx	6
	SB 80DX	4.3
Nishika	Twinlite 3010	307
Nissin	Digislave	200
	EF20	185
	21A	130
	26T	227
	28TX	7.5
Nissin	280XP	9
	300Z Auto	2
	360TW, X, W	10.5
	2800G	137
	4500GT	4.6
	4800GT	4.5
Norman	24/24 Pack	11.8
	200B	100
	800 Superlight	14.2
	P2000	48
Novatron	M500	7.5
	600VR	12
	1000 Pack	9.8
Olympus	T18	8.5
	T20	7.4
	T32	11.3
	FL40	3
	PS200	185
Osram	BCS25 studio	245
	BD25 studio	4.5
	VS340	5.3
	Sunny boy	190
Pentax	AF 16	5
	AF 160	3.8
	AF 200	7.8
	AF 240	4.8
Phoenix	Bif 82c	6
	DB79-BZS	6
	HMS98	250
Philips	16B	252
	18	218
	25B	63
	P32GTC	300
	P36CTL	5.2
	P36TLS	4.3
	P536G	4.8

Marque	Modèle	U(v)
Photogenic	AA-01A	10.3
	DR-1250	4
Popular	606	71
Posso	Multi ATD25	6.8
Practika	B32LCD	4
	321A	114
	1600A	222
Profoto	Compact +	23
Prinz	Jupiter 677	260
Promaster	FM 600	196
	FM 1000	258
	FT 1700	207
	FTD 4000	6.2
	FTD 5200	5
	FTD 5500	5
	FTD 5750	4
	FTD 5900	5.5
Quantaray	PZ 1	5
	QB 350	130
	QB 370 SZ	5.9
	QB 383 S	3.9
	QB 6500	4.3
	QAF 6600	5.2
	QTB 9500	5
Quantum	Q Flash T2	8
	Radio slave 4	6.8
	Radio slave 4i	8.5
	Radio slave II	6
Ricoh	323	10.3
Rokinon	3600	24
Rollei	100 XLC	356
	134 B	105
	Beta 3	116
Sigma	EF 430	13
	EF 500 super	5.9
Soligor	Mk-2	230
	Mk-24As	41
	30DA	5.2
	MZ-400	4
SP systems	Excalibur 3200	8.4
	Excalibur 6400	6
	920MDLVP	8.4
Speedotron	D604	64
	D802	70
	1205CX	70
	2403CX	66
	2405CX	70
Spiratone	Spira lite sr	187

Marque	Modèle	U(v)
SR Electronics	DSF-1	218
	Digi slave pro	5
	Digi slave 200	15
	Digi slave 300	7.8
Starblitz	16M Slave	170
	200m Quick	237
	250 BAZ	6.8
	320 BTZ	5.6
	1000 Macro Lt	2.9
	2000 BTZ	254
	2200 BA mtwin	225
	3200 BT twin	64
Sunpack	3300 DTS	10.7
	3600 DS	5
	4000 AF	6
	Ringflash	5.9
	Digital	6.8
	20 DS	6.7
	25 DX	5.5
	32 Digi Robot	3.8
Sunpack	14 GX	160
	17 GX	290
	30 DX	10.5
	30 SR Auto	6.4
	36 DX Auto	2.5
	36 FB Auto	15
	52 AP	145
	120 J	11.6
	121 Auto	215
	124 Auto	203
	130 Auto	200
	130 Mx	190
	134	43
	140 SP	180
	144	7
	200	171
	221 Auto	173
	221 D Auto	9.3
	222 Auto	6.7
	244 D	7.6
266 R Auto	5.7	
322 Auto	227	
333 Autozoom	7.9	
333 D	4.3	
355 AF	5.4	
383 Super	10.3	
388 Auto	7	
411 Auto	193	
422	12	
431 Auto	50	
433 AF Auto	8	
444	10.8	
522	10.9	
544	6.7	
555	6.7	
611	4	
622 Pro, Super	8	
888 AFZ	5.8	

Impédance d'entrée et seuil de déclenchement

En fonction de la conception interne de chaque flash non seulement la tension présente aux bornes du contact Synchro-X ouvert pourra varier mais aussi le courant circulant dans ce dernier une fois fermé ainsi que le seuil de déclenchement du flash, ces deux paramètres déterminant l'impédance maximale que pourra avoir le contact Sy-x.

Le tableau suivant donne les valeurs mesurées sur quelques flashes TTL Canon. U_0 correspond à la tension à vide de l'entrée, I_{cc} l'intensité maximale mesurée avec l'entrée Sy-x mise en court circuit, les différentes tensions mesurées aux bornes de cette entrée pour différentes valeurs de résistance qui y sont connectées, et la valeur maximale de cette résistance assurant un déclenchement assuré du flash.

	U_0 (v)	I_{cc} (mA)	U synchro-x (v)						Z max
			330Ho	1K	2k7	5k6	10K	15m	
Vivitar 728	5	0.2		0.17	0.5				1K2
Speedlite 380EX	4.2	1.5	0.4	1	1.8	2.3	3		9K
Speedlite 420EX	4.5	1.7	0.5	1.1	2	2	3	3.3	11K
Speedlite 580EX ii Sabot	4.5			0.75	1.5	2.3			9k
Speedlite 580EX ii PC	4.2	Imp	0	0	0	0	0	0	1k2
YongNuo 580 - Sabot	4	2.5	0.67	1.48	2.44	3	3.3		6K
YongNuo 580 - PC	3.8	2.1	0.6	1.25	2.1	2.6	2.9		4K7
Speedlite 902 Ex	3	1	0.3	0.7	1.2	1.6	2		6K

L'entrée Prontor Compur du Speedlite 580EX II possédant une cellule RC en série découplant la composante continue du signal seule une impulsion de courant est générée à la fermeture du contact, en contrepartie l'impédance maximale du contact Sy-x est nettement moins élevée.

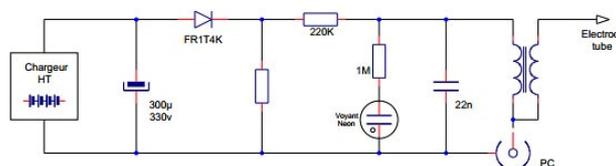
Exemples de schémas interne entrée synchro flash

Flashes cobra ancienne génération

Normalement ce type de conception ne se trouve plus sur les flashes vendus de nos jours hormis peut être quelques modèles extrêmement bas de gamme chinois à quelques euros.

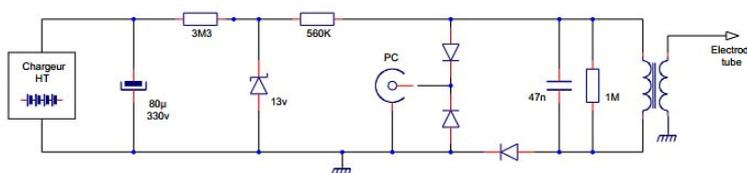
Starblitz 200A

Le contact Sy-X agit directement sur le transformateur d'impulsions du tube. On retrouve presque intégralement la tension de charge du condensateur principal à ses bornes. La résistance de 220Ko limite le courant circulant dans le contact, le condensateur de 22n fournissant l'énergie nécessaire à l'impulsion initiale.



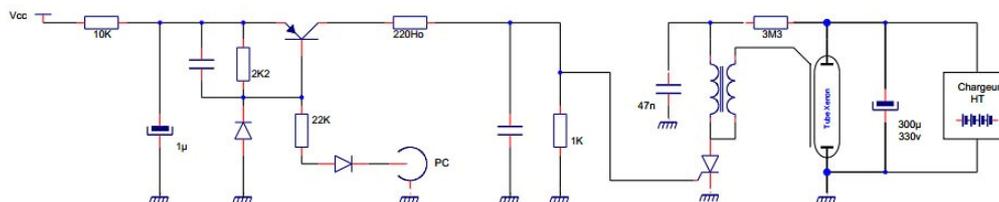
Vivitar 285

Comme avec le modèle précédent le contact agit directement sur le transformateur d'impulsion du tube, la principale différence tenant en une zener de 13 à 33v suivant les versions limitant la valeur de la tension de commande.



Polaroid 485

Ce flash toujours de première génération utilise un transistor piloté par le contact de synchro pour commander un thyristor alimentant le transformateur d'impulsion. La tension de commande n'est plus que de quelques volts.



Flashes cobra TTL

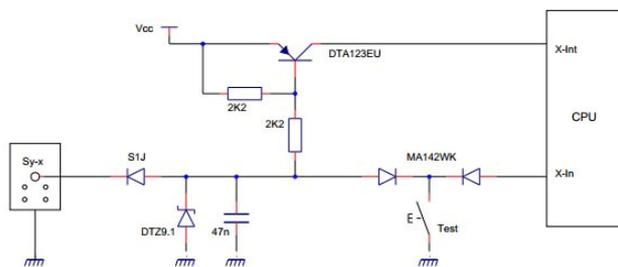
Ces modèles de seconde ou troisième génération sont gérés par des microcontrôleurs permettant un dialogue entre le boîtier et le flash. De multiples fonctionnalités sont alors possibles allant du réglage de la puissance de l'éclair et sa stabilité en température de couleur aux modes spécifiques comme les modes Hss ou stroboscopiques. Les valeurs de tensions et seuils de commandes sont alors assimilables à des états logiques informatiques standards 5v ou 3v3.

Canon 380-420 EX

L'entrée Synchro-X envoie l'information de déclenchement sur la Cpu principale du flash par l'intermédiaire d'un transistor. Celui-ci est également piloté par le bouton test.

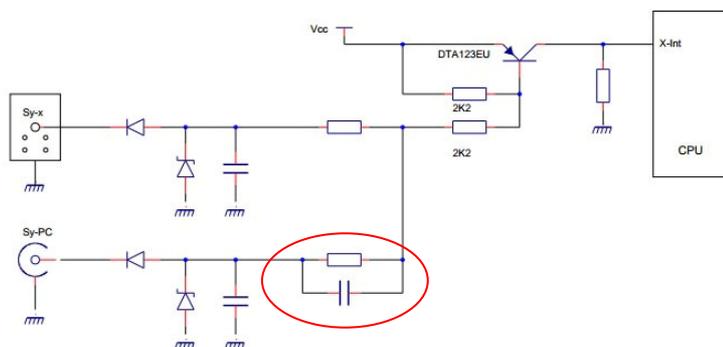
La protection contre les ESD de l'entrée est assurée par une diode transil, la diode S1J s'occupant d'un éventuel retour de tension provenant du connecteur Sy-X.

Sur ces modèles un peu anciens la tension Vcc étant de 5v on retrouve cette valeur sur le connecteur d'entrée avec un courant de l'ordre de 1.5mA.



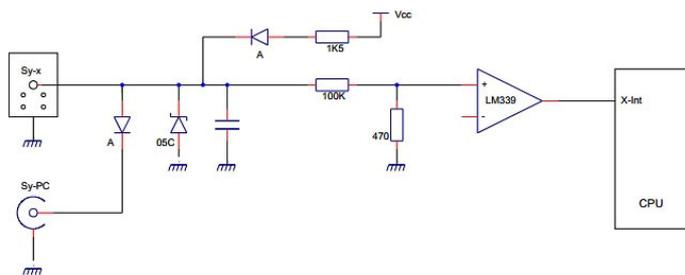
Canon 580 EX II

Si l'entrée Synchro-X du sabot ne diffère que de peu des flashes TTL précédents de la marque l'entrée connectée à la prise Prontor Compur dispose d'une cellule RC en série permettant de ne laisser passer qu'une courte impulsion à la fermeture du contact. Cette option permet dans le cas où un Triac ou un Thyristor piloterai le flash d'éviter les problèmes de verrouillage du à leur courant de maintien.



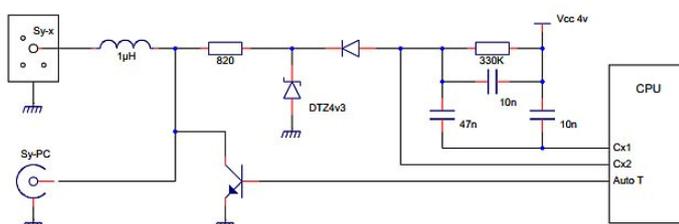
YongNuo YN565EX

L'entrée synchro-X du sabot comme les autres signaux TTL est protégée contre les ESD par un réseau de diodes transils 5v, l'absence de résistance de limitation provoquera la destruction de ces diodes transils en cas de surtension prolongée. L'entrée PC dispose en plus d'une diode anti-retour, il sera donc préférable d'utiliser cette entrée en cas d'utilisation avec un piège photo ou la mise en parallèle de plusieurs flashes.



Nikon SB-800

Les entrées provenant du sabot ou de la prise PC sont à la présence d'une petite self d'arrêt mis en parallèle et agissent directement sur deux entrées de la CPU du flash, une en direct, l'autre par l'intermédiaire d'un filtre RC. Une de ces entrées étant certainement une interruption la commande de test en provenance de la Cpu agit directement sur les entrées Synchro, le système se mordant un peu la queue. La protection est aussi assurée par une diode anti retour et une zener contre les surtensions, une résistance de 820Ho limitant le courant maximal.

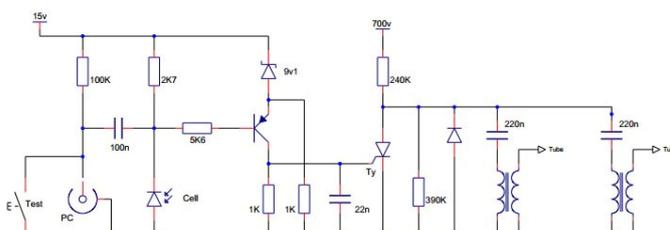


Flashes de studio

Broncolor 1500

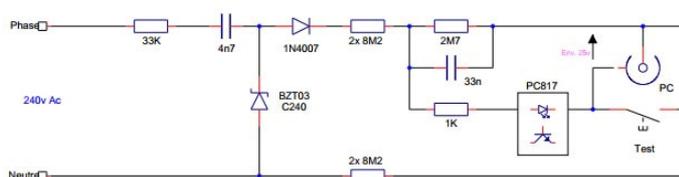
Très ancien flash de studio à technologie encore basée sur l'électromécanique les transformateurs d'impulsion sont commandés par l'intermédiaire d'un petit thyristor.

Malgré l'alimentation du système de la prise synchro-x en 15v le fait que la masse de la prise sera en commun avec la terre du générateur sera à prendre en compte.



Broncolor Minipuls

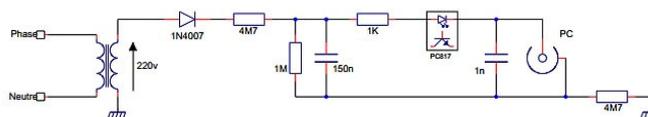
De génération un peu plus récente ce flash monobloc a sa prise PC alimentée directement par le secteur 240v par l'intermédiaire de résistances de 8,2Mho. Ceci ne pose pas de soucis si ces résistances de sécurité à haut isolement n'ont pas été remplacées par des modèles standards.



La fermeture du contact synchro-X alimente la Led d'un photo-coupleur grâce à l'énergie stockée dans un petit condensateur de 33n, la tension contact ouvert est d'environ 25v.

Broncolor Pulso

Utilisant un principe similaire au Minipuls ce generateur utilise un des enroulements du transformateur principal pour isoler le système synchro-x du secteur. La tension aux bornes de la prise est un peu plus



Commandes flash par synchro-X

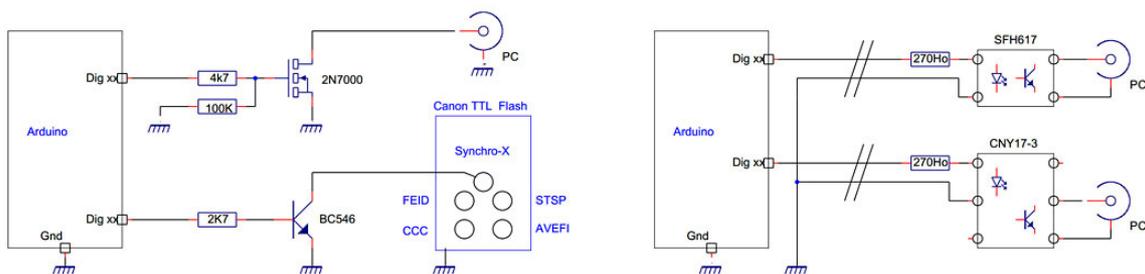
Commande simple flash

Le déclenchement d'un flash par un système externe via leur contact synchro-x de sabot ou leur prise PC peut être réalisée de multiples manières, la plus simple étant d'utiliser un simple transistor en collecteur ouvert. Suivant le type de flash et surtout sa tension de déclenchement certaines précautions devront être utilisées, dans de rares cas une opto-isolation du flash et de son déclencheur pourra être envisagée.

Flash TTL et système informatique

Cas le plus courant avec la commande d'un ou plusieurs flashes par un microcontrôleur dédié ou une platine d'expérimentation type Arduino (Droplet, Photoduino ...). Le flash pourra être commandé directement par un transistor npn générique ou mos a faible Vgs(th) en collecteur ouvert indifféremment par son sabot ou sa prise PC.

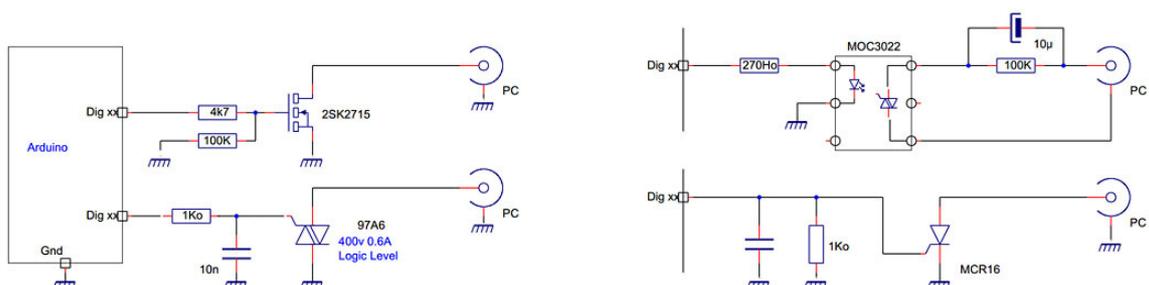
Rares seront les cas où l'isolement des deux systèmes sera nécessaire, ce sera le cas par exemple où la platine microcontrôleur aura sa masse reliée au secteur, plus utilement l'utilisation d'un optocoupleur à haut gain pourra permettre de résoudre les problèmes d'interférences dans le cas de l'utilisation d'un flash distant et l'utilisation de câble de plusieurs dizaines de mètres, en déportant l'optocoupleur la faible impédance que constitue sa Led d'entrée présentera une forte immunité aux déclenchements parasites.



Flash Haute tension

Les flashes haute tension seront plus délicats à commander, le transistor de sortie devra être adapté à la charge, aussi bien en tension qu'en courant de pointe si la décharge d'un condensateur dans le transformateur d'impulsion du tube est directement employé. Il sera possible de se rapprocher des techniques utilisées par Canon avec l'utilisation d'un mos de puissance, d'un thyristor ou d'un triac. Les optocoupleurs classique à transistor NPN ne pourront généralement pas être employés leur tension Vce max étant de 60 à 80v au maximum, il sera nécessaire alors d'utiliser un opto-triac.

Si une solution triac est envisagée il sera préférable de le doter d'une cellule RC série pour les flashes qui en seraient dépourvu (voir la section courant verrouillage triac de la section suivante).

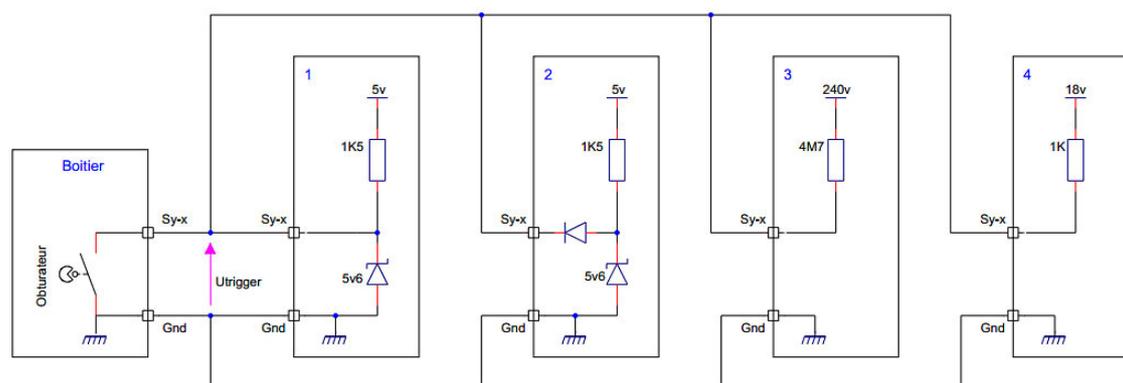


Mise en parallèle flashes

La commande des flashes par synchro-x étant de type collecteur ouvert leur mise en parallèle ne pose pas de soucis majeurs dans la plupart des cas. Il faudra toutefois faire attention à plusieurs points.

Tension de commande flash

Les tensions présentes sur la prise synchro des flashes devront être similaires, dans le cas contraire des retours de tension et courants pourront dans les cas extrêmes provoquer des dégâts ou plus certainement des dysfonctionnements. Il sera donc indispensable dans ce cas spot d'utiliser une diode inverse de protection, soit d'utiliser des commandes séparées.



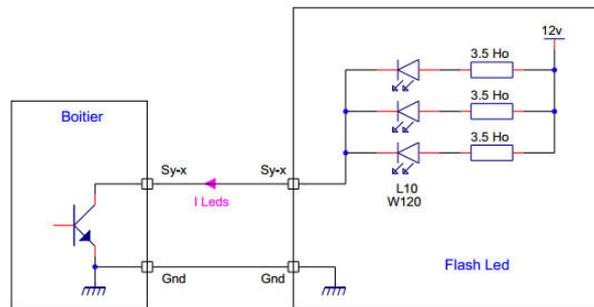
Dans l'exemple ci-dessus quatre flashes de technologie différente sont directement mis en parallèle. Le premier correspondant à l'entrée sabot d'un flash Yn565 voit sa diode transil de protection directement en liaison avec les autres flashes, la tension aux bornes du contact synchro-x ne pourra pas dépasser cette valeur.

- Le flash numéro 3 ayant une entrée haute tension en raison de la présence de la zener du flash 1 va considérer que le contact est fermé et déclencher en permanence. Il va injecter un courant $(240-5.6)/4M7 = 50\mu A$ dans cette zener qui dissipera une puissance négligeable.
- Le flash numéro 4 avec un niveau d'entrée de 5v6 va se retrouver dans un état indéterminé, et risque de déclencher aléatoirement. Comme pour le flash précédent il va injecter un courant dans la zener du flash 1 mais beaucoup plus important, $(18-5.6)/1000=12.5mA$. La zener va dissiper une puissance de 70mW ce qui est largement inférieure à ses capacités, mais dans le cas d'utilisation de plusieurs flashes du même type que le numéro 4 la limite sera rapidement atteinte.
- Le flash numéro 2 ayant une tension à ses bornes légèrement inférieure à celle présente sur le flash 1 n'aura aucune influence sur celui-ci. Par contre en raison de la diode mise en série avec l'entrée du flash 2 aucun courant en provenance des autres flashes ne pourra pénétrer, ceux-ci ne seront donc pas déclenchés par leur mise en parallèle avec le flash 2 contrairement au 1.

Il sera donc obligatoire dans le cas de connexion directement en parallèle de s'assurer que les flashes disposent d'une diode de protection anti-retour, ce qui est généralement le cas pour les prises PC des flashes récents, mais pas forcément pour leur sabot flash.

Courant de commande maximum

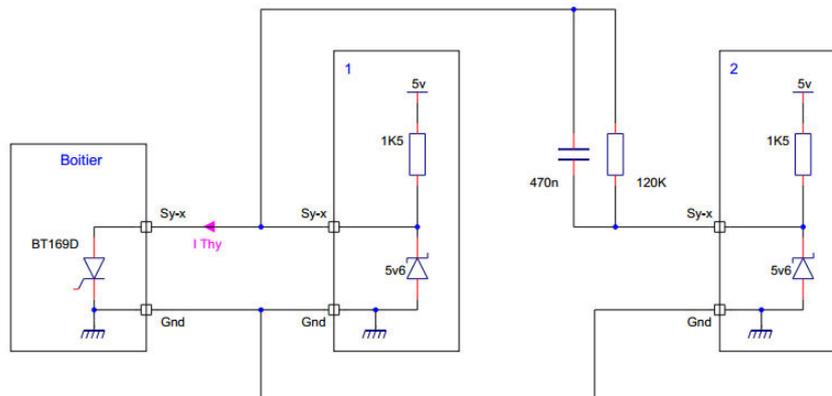
Le courant circulant dans la sortie de commande peut être trop important pour l'élément de commutation pouvant alors provoquer sa destruction, événement très peu probable avec des flashes normaux, des cas de "bidouilles" et montages spéciaux ayant envoyé du 12v sans limitation de courant dans la prise Pc me sont par contre arrivés aux oreilles.



Dans le cas un peu caricatural présenté ci-dessus de tentative de réalisation d'un flash a Leds celles-ci sont pilotées directement par le contact synchro flash du boitier, ce qui d'un point de vue fonctionnel ne pose pas de problèmes. Malheureusement le courant circulant dans chaque Led de 10w étant égal a environ 900mA le courant total (2.7A) circulant dans l'élément de commande du boitier dépassera la valeur limite qui lui est permise et le détruira (Pour un boitier Canon les maximum sont de 2A pour la sortie sabot, 1A pour la prise PC)

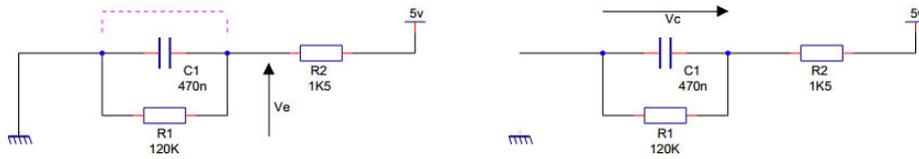
Courant de verrouillage triac

Problème à l'origine de ce document, dans le cas de la sortie Pc commandé par un thyristor ou un triac le courant absorbé par les flashes dépasse le courant de maintien du triac, les flashes sont commandés une seule et unique fois, il est alors obligatoire de les déconnecter du boitier pour provoquer un nouveau déclenchement. L'utilisation d'une cellule RC en série résoudra le problème.



Les triacs et thyristors souvent utilisés comme éléments de commutation par les boitiers possèdent un fonctionnement particulier. Tout comme les transistors ces éléments ne deviennent passant que si ils reçoivent un faible courant sur leur entrée de commande (gâchette) mais contrairement a ces premiers ils restent passant après disparition de cette commande tant que l'intensité qui les traversent est supérieure a une certaine valeur IL (Latching current).

Dans l'exemple ci-dessus les caractéristiques du thyristor employé annoncent une valeur de IL minimale de 2 a 6ma. Dans le cas ou ce thyristor commande un flash, le courant qui le traverse sera égal a 3mA ce qui est déjà limite mais avec un thyristor peu sensible être insuffisant pour provoquer son blocage. Avec deux flashes mis en parallèle le courant qui le traversera sera doublé et assurera le blocage du thyristor, celui-ci restant passant plus aucune commande des flashes ne sera possible, seule leur déconnexion permettra au thyristor de se désamorcer.



L'utilisation d'une cellule RC en série avec la commande du flash numéro 2 résoudra ce problème.

- Lors de la fermeture du thyristor le condensateur C1 déchargé ayant une tension nulle a ses bornes, la tension V_e a l'entrée du flash est donc égale a zéro, la détection du flash va agir et déclencher le tube. Le condensateur va se charger progressivement à travers la résistance R2. En faisant abstraction du pont diviseur crée par R1/R2 vu leur différence de valeur, la tension aux bornes du condensateur va atteindre 5V et le courant le traversant ainsi que le thyristor va s'annuler empêchant ce dernier de rester amorcé.
- A l'ouverture du thyristor le condensateur va se décharger lentement dans la résistance R1, la tension à ses bornes devenir égale a zero pour le prochain déclenchement. En l'absence de cette résistance a la seconde tentative de déclenchement la tension V_e du flash restera égale aux 5v du condensateur et l'éclair ne serait pas émis.

Le fonctionnement de ce système est conditionné aux valeurs du temps de charge $t=R2.C1$ suffisant pour permettre la détection du niveau bas par le flash, la valeur de R1 qui doit être suffisamment grande pour que le courant qui la traverse n'influence pas le thyristor.

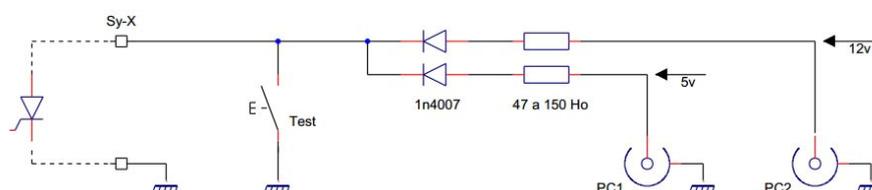
Ce système peut être directement intégré par les constructeurs de flash a leur matériel, parfois que sur l'entré de déclenchement PC comme avec le modèle 580Ex II de Canon.

Réalisation de boitiers de dérivation commande synchro-x

Version simplifiée avec diode anti-retour

Comme cela a été vu dans le chapitre précédent des modèles de flash différents peuvent par leur tension de commande d'inégale valeur provoquer des problèmes de fonctionnement. Une connexion directe des deux sabots va se traduire par soit des défauts de déclenchement (la tension la plus faible simulant un déclenchement perpétuel pour le flash haute tension), soit dans les cas extrêmes des destructions de composants.

Il est alors possible d'utiliser une diode anti-retour sur chaque branche de mise en parallèle des flashes, le courant ne pouvant pas circuler en direction du flash ayant la tension ou l'impédance la plus basse seule la commande commune du boitier pourra déclencher les flashes. Ce système sera à réserver pour des ensembles simples de quelques flashes et ne devra pas être utilisé si le delta de tension est trop important, un flash TTL 3v3 et un flash haute tension 330v poseront des soucis. Une résistance série de 50 à 150 ohms ne sera pas non plus inutile. Il est aussi évident que l'utilisation de flashes de polarité négative ne pourra être envisagée.



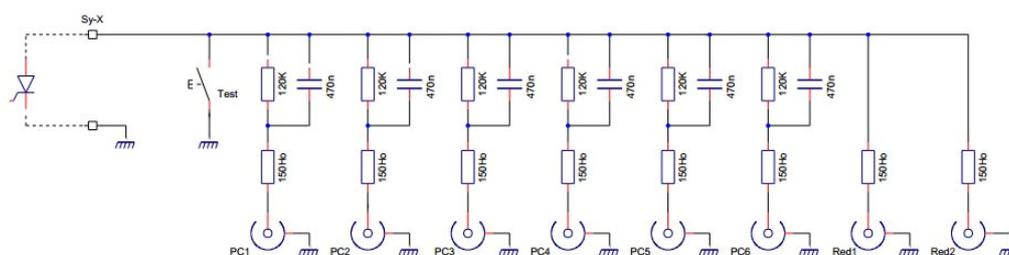
Ce montage à diode ne résoudra pas non plus les problèmes de limitation du courant de verrouillage d'un système de commande à thyristor, pour cela il faudra adopter des systèmes comme ceux décrits dans les chapitres suivants.

Version par cellules RC

Ce modèle de répartiteur fonctionne parfaitement avec des flashes TTL récents. Six sorties sont équipées de cellules RC évitant le verrouillage d'une commande à thyristors, dans le cas où le flash en serait déjà doté les deux prises RCA rouge en sont démunies quoique les valeurs de condensateur employées n'empêchent pas un déclenchement avec deux cellules RC en série (Testé avec un Canon 580Ex II).

Une résistance de limitation de courant de 150Ω en série avec chaque sortie équilibre les éventuelles différences de tension pouvant exister entre les flashes. Si celles-ci sont trop importantes les problèmes évoqués avec le montage à diode réapparaîtront, il sera alors nécessaire d'utiliser des solutions différentes et un peu plus complexes.

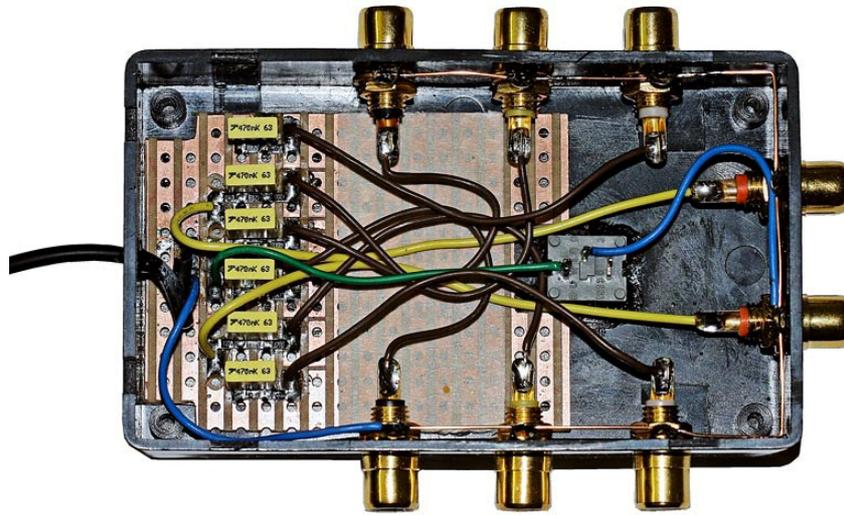
La connexion au matériel déclencheur (Ici une barrière lumineuse) et réalisée par une prise jack 3.5mm mono, et un bouton test permet de vérifier le fonctionnement de l'ensemble.



La réalisation de cet ensemble ne pose pas de soucis majeurs, les sorties sont réalisées par des prises RCA femelle socle, les flashes y étant reliés par de classiques cordons RCA-Prontor Compur. Les condensateurs et les résistances cms sont soudés sur un petit morceau de plaque d'expérimentation, et quelques fils souples assurent la liaison.

Le coût unitaire de ce répartiteur peut en utilisant des fournisseurs chinois être inférieur à une dizaine d'euros, mais les composants étant vendus par lots d'un nombre supérieur aux besoins le coût de l'investissement global sera légèrement supérieur.





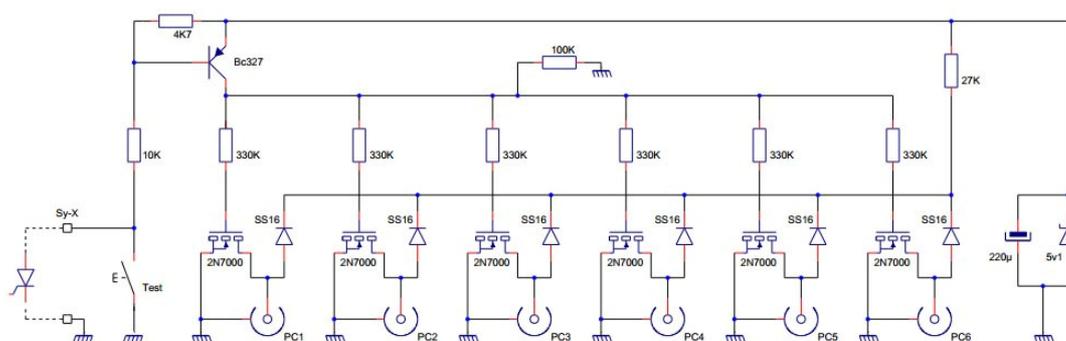
Version II avec séparation des tensions

Ce montage testé uniquement sur plaque d'expérimentation et non réalisé permet une commande individualisée de chaque flash, permettant d'adapter des tensions d'entrées trop disparates.

Le principal écueil de ce type de montage provient du besoin d'une source d'alimentation auxiliaire. Dans le cas présent cette alimentation est générée directement par la tension d'entrée des flashes, un faible courant est prélevé sur celle-ci par l'intermédiaire d'une des diodes SS16 et de la résistance de 27Ko permettant la charge du condensateur de 220 μ F. La zener de 5v1 limitant la tension ainsi obtenue. L'inconvénient de cette méthode est le temps important de charge du condensateur limitant la cadence de départ des flashes du au faible courant prélevé.

La commande des flashes est réalisée par des transistors mos a faible $V_{gs(th)}$ pilotés par un transistor PNP pour respecter un niveau bas comme valeur de déclenchement.

Les transistors utilisés ayant une tension d'utilisation maximale de 60v pourront être remplacés par des BS170 un peu plus adaptés ou des modèles de capacités supérieures, des triacs à faible courant de gâchette pourront aussi être utilisés selon les caractéristiques des flashes commandés.



Cellules de déclenchement optique

Il est possible d'asservir un flash au déclenchement d'un autre par détection de l'éclair émis par ce second. Les inconvénients de cette méthode sont l'obligation que le récepteur esclave soit en ligne de vision directe avec le flash maître ainsi que les problèmes de gestion des pré-éclair de mesure de lumière automatique.

En effet l'utilisation de systèmes automatiques de réglage de puissance d'éclair E-TTL ou iTTL nécessitent l'envoi d'un éclair de faible puissance permettant de mesurer la luminosité réfléchie par la scène. Ce premier éclair séparé de l'éclair d'exposition par quelques ms à tendance à commander les flashes esclaves sans que ceux-ci ne participent à l'exposition de la photo.

Ces cellules de déclenchement peuvent être intégrées directement au flash et offrir des fonctions d'inhibition de la détection du premier éclair de mesure (Modes S1 et S2 des flashes YongNuo ou similaires) ou peuvent être totalement séparées permettant de commander n'importe quel flash grâce à une sortie sabot ou PC.

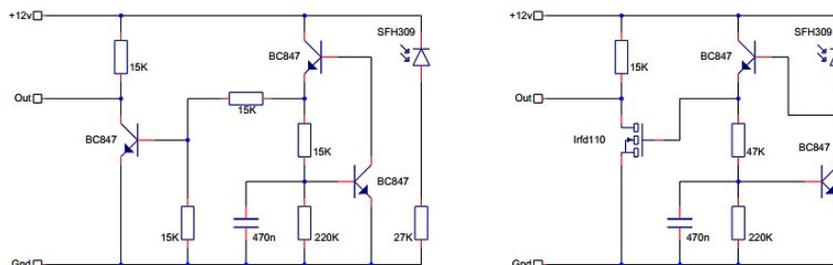


Document présentation trigger Seagull

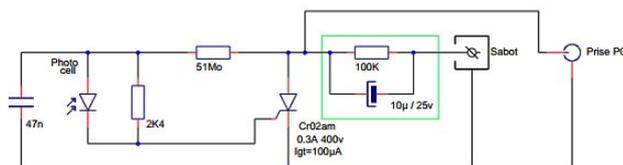
http://jp79dsfr.free.fr/_Docs%20et%20infos/Photo%20Tests%20%20Triggers%20flash%20Seagull%20SYK.pdf

Schémas de quelques récepteurs optiques

Broncolor



Seagull SYK-4



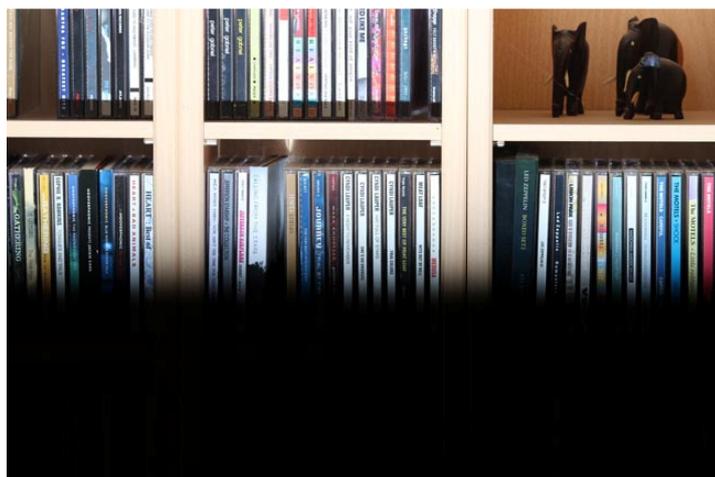
Télécommandes radio

Les télécommandes radio permettent de s'affranchir des problèmes de portée ou d'interférence que possèdent les triggers optique, en contrepartie ils nécessitent l'emploi d'un émetteur et augmentent le temps de latence de déclenchement des flashes parfois de façon importante.

De nombreux fabricants et modèles existent sur le marché, les émetteurs sont généralement connectés au sabot Iso518 du boîtier et les récepteurs peuvent recevoir eux même un sabot, posséder une prise PC standard ou propriétaire. Des fonctionnalités supplémentaires peuvent être ajoutées telle que le réveil du flash, la compatibilité avec le format de transmission E-TTL ou iTTL, ou la possibilité de commander le déclenchement d'un boîtier.



Par conception et par principe ces systèmes de transmission utilisant une liaison codée entre l'émetteur et le récepteur un délai de transmission est obligatoirement présent. Dans le cas des ensembles bas de gamme fonctionnant dans la bande des 433Mhz ce délai peut être important et nécessiter l'emploi d'une vitesse de synchronisation très inférieure à celle théoriquement permise par le boîtier. La photo suivante montre l'effet d'un décalage d'éclair du à l'emploi d'une télécommande dans de mauvaises conditions. Il est préférable d'utiliser des modules fonctionnant à une fréquence de 2.4Ghz souvent guère plus chers comme les YongNuo YN603 II.



Tests télécommande générique 433Mhz RF04 et YongNuo YN603

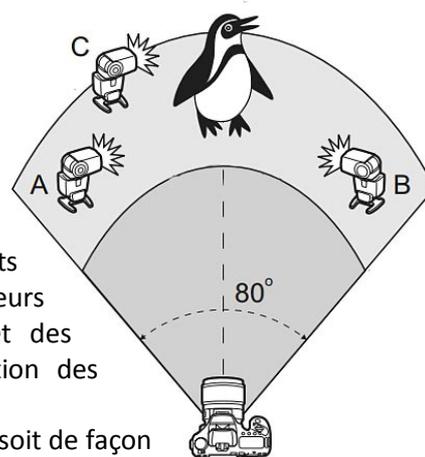
<http://jp79dsfr.free.fr/Docs%20et%20infos/Photo%20Tests%20%20Telecommande%20433Mhz%20RC-RF%2008.pdf>

Accessoires et connectique

Liaison optique E-TTL Canon

L'univers du système flash Canon est doté d'un système de transmission sans fil optique permettant la liaison d'un élément maître à des flashes asservis. Ce protocole de liaison unidirectionnelle permet de commander de façon liée ou indépendante 3 groupes de flashes (A,B,C) simultanément et cela sur 4 canaux séparés. L'utilisation des groupes permet de doser la répartition de la lumière sur le sujet, les différents canaux permettant d'éviter les interférences entre plusieurs plateaux d'un studio. Suivant les versions du protocole et des possibilités de gestion des boîtiers les possibilités de gestion des groupes sont plus ou moins évoluées.

Le réglage de puissance de l'ensemble des flashes est réalisé soit de façon automatique via une mesure E-TTL, soit pour les dernières versions de façon manuelle, un réglage indépendant de chaque groupe étant alors possible.



L'élément maître peut être soit l'émetteur dédié ST-E2, soit un flash disposant de cette fonction, ce flash pouvant être indépendant ou celui intégré à un boîtier. De la même façon tous les flashes de la marque ou compatibles ne disposent pas de cellules réceptrices permettant leur commande



ST-E2



Speedlite 580EX II

Ce système fonctionnant sous un principe optique offre une portée relativement réduite et nécessite que les flashes esclaves soient en liaison visuelle avec l'émetteur. Du fait que les émetteurs utilisant directement le tube Xenon pour émettre les salves lumineuses la consommation en énergie du système est assez importante. Pour toutes ces raisons Canon abandonne ce concept et va basculer progressivement l'ensemble de sa gamme sur des systèmes radio 2.4Ghz nettement plus efficaces comme avec le SpeedLite 600Ex Rt ou le ST-E3 Rt.

Materiels Canon	Maitre	Esclave	Matériels compatibles	Maitre	Esclave
Speedlite 90Ex	X		Godox v860c	X	X
Speedlite MR-14 II	X				
Speedlite MT24	X		Metz 44 AF-1		X
Speedlite 270 EX II		Gr. A	Metz 50 AF-1		
Speedlite 320 EX		X	Metz 52 AF-1	X	X
Speedlite 420 EX		X	Metz 58 AF-2	X	X
Speedlite 430 EX		X	Metz 64 AF-1	X	X
Speedlite 430 EX II					
Speedlite 550 EX	X	X	Nissin MF18	X	X
Speedlite 580 EX	X	X	Nissin Di600		Gr. A
Speedlite 580 EX II	X	X	Nissin Di700		X
Speedlite 600EX (RT)	X	X	Nissin Di866 (II)	X	X
			Nissin MG 8000	X	X
ST-E2	X		YongNuo YN-500EX		X
Boitiers Eos 7D, 7D II	X		YongNuo YN-510EX		X
Boitiers Eos 60D, 70D	X		YongNuo YN-565EX		X
Boitiers Eos 650D a 760D	X		YongNuo YN-568EX		X
			YongNuo YN-568EX II	X	X
			YongNuo YN-600RT		X

Protocole liaison infrarouge

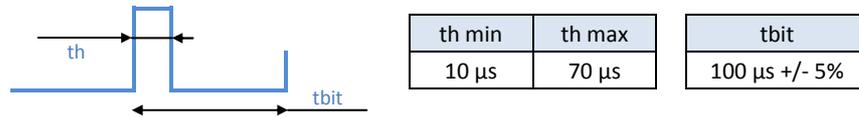
Le protocole de liaison existe en plusieurs versions retro-compatibles entre elles fonctionnant sous le principe d'une liaison série asynchrone composée de plusieurs blocs de longueur variable.

Une trame de transmission de commande est constituée du numéro de canal de destination, d'un mot de commande accompagné d'une suite de paramètres et d'un intervalle variable séparant une impulsion unique provoquant l'exécution de la trame. Ce principe permet de garder une chronologie de départ du flash exacte quelle que soit la longueur de la trame.

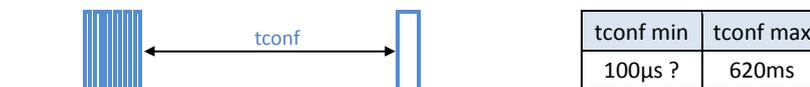
Paramètres temporels

Hormis pour le codage du canal, la transmission est réalisée a une cadence de 10kbit/s chaque bit étant basé sur une durée de 100 μ s. Un bit au niveau 1 est constitué dans cet intervalle d'une impulsion lumineuse suivie d'un blanc, un bit au niveau 0 d'une absence de signal sur la durée du bit.

La valeur du rapport cyclique de ce créneau n'est pas critique et peut varier dans des proportions importantes. Dans le cas d'émission du signal réalisé par l'emploi de Leds infrarouge il peut être intéressant d'utiliser un rapport utilisant un faible temps à l'état 1 qui permettra l'usage de courants crête plus importants.

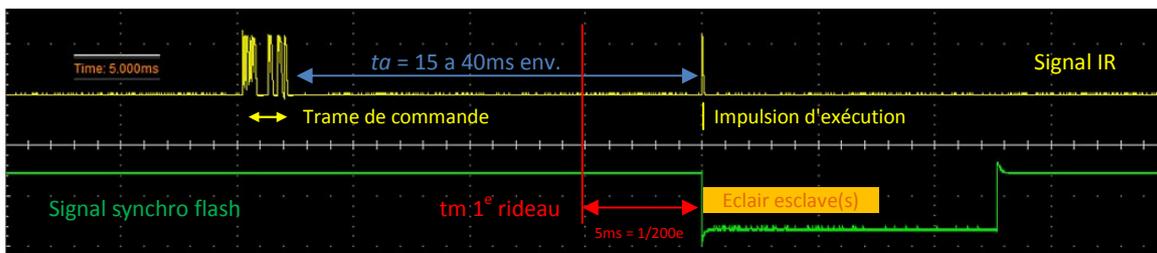


Chaque trame est validée par un bit a 1 provoquant l'exécution de la commande envoyée, le temps séparant ce bit de la fin de la trame peut lui aussi évoluer dans de grandes proportions permettant des facilités de programmation ou des opportunités de synchronisation et de retardement du départ de l'éclair.



Mode de réglage manuel de la puissance des flashes

Les réglages de puissance flash étant réglées par l'intermédiaire du menu du boitier aucun preflash de mesure de lumière n'est émis. La séquence de commande est donc uniquement composée de la trame des paramètres suivie de l'impulsion de validation a la fin d'ouverture du premier rideau.

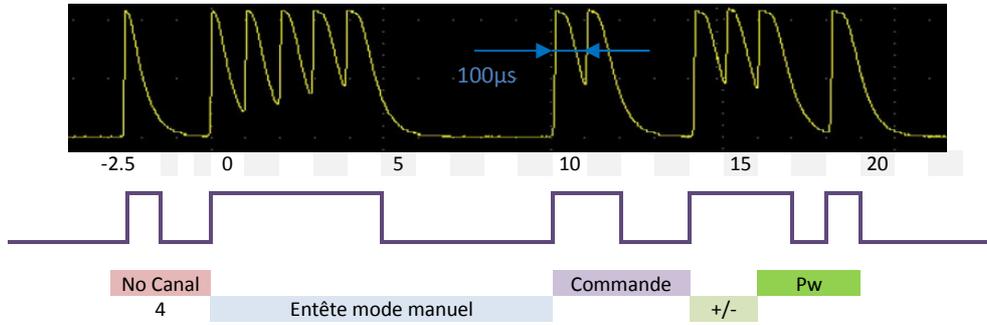


La fin de la trame de commande est séparée de l'impulsion de son exécution par une pause t_a variant de 15 a 40ms environ, cette pause évite toute impulsion lumineuse de dialogue pendant la période d'ouverture partielle du premier rideau. Il n'y a qu'en cas d'appui sur la touche test que t_a est réduit a une durée de 1ms.

Trame configuration des groupes symétrique (A=B=C)

Dans ce mode de configuration l'ensemble des flashes du canal est commandé à la puissance configurée sur le boitier ou le flash maitre. La longueur de la trame de commande est réduite permettant une analyse plus facile.

La trame donnée ici en exemple correspond à un déclenchement général des flashes actifs sur le canal 4 a une puissance égale a $\frac{1}{4}$ de leur nominal.



Chaque trame peut être décomposée en plusieurs blocs ayant les fonctions suivantes :

- Le numéro du canal constitué d'un bit a 1 suivi éventuellement d'une suite de demi-bits.

No de Canal	1	2	3	4
Bits de cmd	1	1 + 1/2	1 + 2x 1/2	1 + 3x 1/2

- Un entête de mode manuel composé d'une suite de 10 bits composés du code de fonction 1111 suivi du séparateur 100000.
- L'ordre à exécuter sur 4 bits égal pour la commande de puissance manuelle globale a 1100
- La valeur de décalage de puissance en 1/3 d'IL codée sur deux bits.

Décalage	-2/3	-1/3	0
Bits de cmd	10	01	11

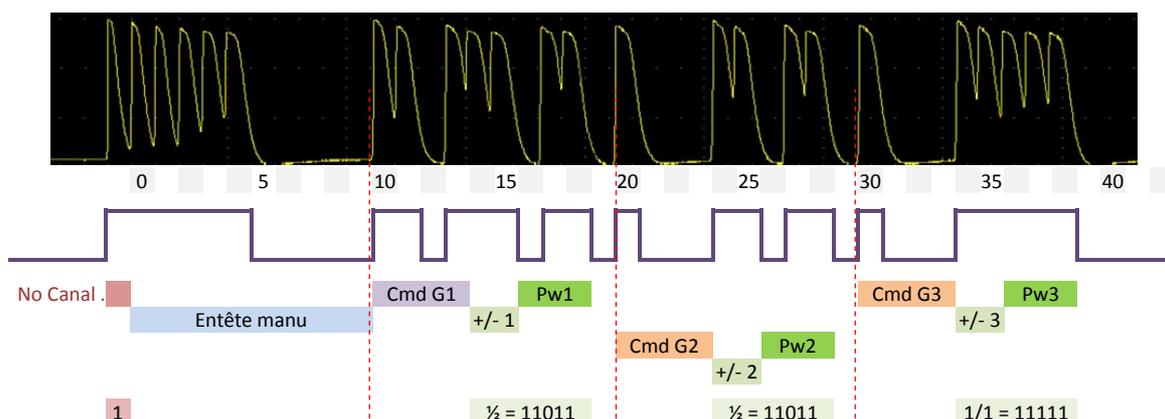
- La valeur de puissance du flash codé sur 3 bits

Puissance	1/1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128
Bits de cmd	111	011	101	001	110	010	100	000

Configuration groupes indépendante

Ce mode de configuration permet une commande indépendante de la puissance de chaque groupe de flash du canal. La trame de commande envoyée est similaire sur le principe au mode symétrique à part un triplement des informations de réglage de puissance.

La trame suivante Correspond a une commande de déclenchement sur le canal 1 des groupes 1,2 et 3 respectivement a la puissance de $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$ et $\frac{1}{1}$ du nominal.

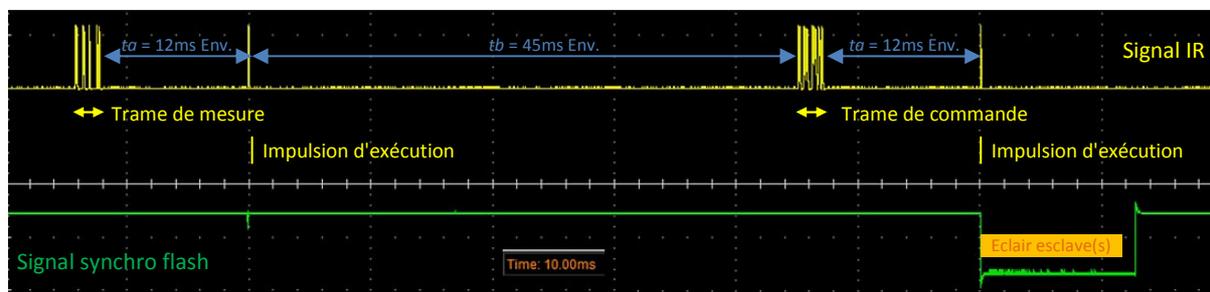


La trame est composée de la suite de blocs suivants ayant un codage de valeurs similaire au mode précédent :

- Numéro du canal constitué d'un bit a 1 suivi éventuellement d'une suite de demi-bits.
- Un entête de mode manuel sur 10 bits identique au mode précédent 1111 100000.
- La commande annonçant un mode manuel indépendant et la configuration du groupe 1 codée sur 5 bits : 1101
- Les valeurs de puissance du groupe 1 toujours sur 2+3 bits suivie d'un séparateur constitué d'un bit a zero
- La commande annonçant les paramètres de puissance du groupe suivant : 1000
- Les valeurs de puissance du groupe 2 toujours sur 2+3 bits plus le séparateur.
- La commande annonçant les paramètres de puissance du groupe suivant : 1000
- Les valeurs de puissance du groupe 3 toujours sur 2+3 bits.

Mode de mesure automatique E-TTL II

En mode de mesure de luminosité E-TTL l'élément maître envoie lors d'un déclenchement une demande d'émission d'un éclair a basse puissance a tout les flashes du canal, la lumière réfléchiée par les flashes sur le sujet est comparée et analysée a une mesure réalisée en lumière ambiante pour calculer au mieux les réglages d'exposition et de réglage des flashes. Les résultats de ce calculs sont transmis aux flashes esclaves 40 a 80ms environ après, toujours par l'envoi d'une trame de paramètre suivie d'une impulsion d'un bit d'exécution a la fin de l'ouverture du premier rideau.



Trame de mesure

Suivant la configuration des groupes une ou plusieurs trames de mesure sont envoyées, ces trames d'une longueur de 20 bits se présentent sous la forme suivante :

- Le numéro du canal constitué d'un bit a 1 suivi éventuellement d'une suite de demi-bits.

No de Canal	1	2	3	4
Bits de codage	1	1 + 1/2	1 + 1	1 + 1.5

- Le code de sélection des groupes devant émettre l'éclair de mesure sur 4 bits.

Groupes ABC simultanés (symétriques)	1000
Groupe A	1100
Groupe B	1010
Groupe C	1110

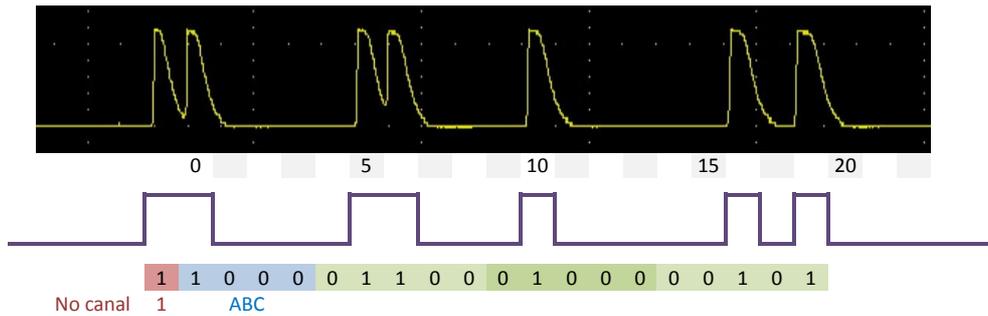
- Une suite de 15 bits de valeur fixe.

01100	01000	00101
-------	-------	-------

Chaque trame de mesure sera suivie d'un bit d'exécution 12ms après sa fin et chaque ensemble sera séparé par un intervalle de 10 à 20ms.

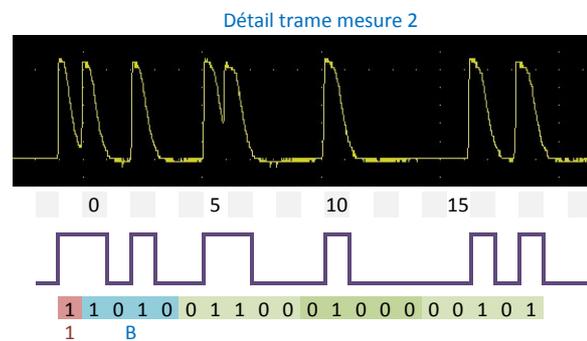
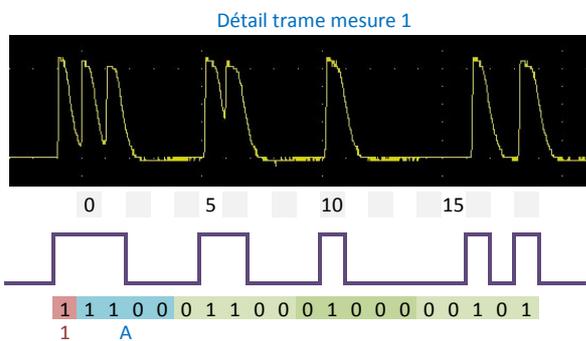
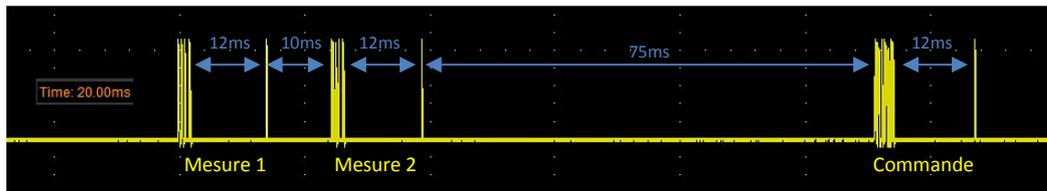
Trame de mesure groupes A+B+C symétriques

Une seule trame commandant les 3 groupes est envoyée.



Trame de mesure groupes A:B asymétriques

Deux trames commandant l'envoi de l'éclair de mesure du groupe A puis du groupe B sont suivies de la trame de réglage et d'envoi des éclairs d'exposition.



Trame de mesure groupes A:B asymétriques et correction d'exposition groupe C

Ce mode provoque l'émission de trois trames de mesures successives selon la même méthode qu'utilisée précédemment, la longueur d'une séquence complète peut alors atteindre 150ms.

Trame de commande

Contrairement aux trames de mesure la trame de commande est émise sous la forme d'un bloc dont la longueur est dépendante du mode de gestion des groupes employés. Son format est sous la forme suivante :

- Le numéro du canal constitué d'un bit à 1 suivi éventuellement d'une suite de demi-bits.

No de Canal	1	2	3	4
Bits de codage	1	1 + 1/2	1 + 1	1 + 1.5

- Le code donnant le type de gestion des groupes employés et le nombre de blocs d'information de puissance utilisé sur 4 bits suivi par un séparateur fixe sur 6 bits .

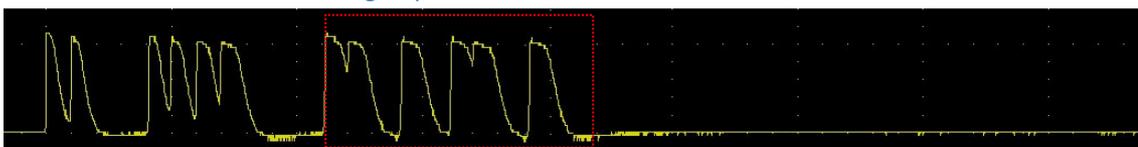
Groupes ABC simultanés (symétriques)	1001 111000
Groupe A:B	1101 111000
Groupe A:B + C	1011 111000

- Le ou les blocs d'information de réglage de puissance des groupes sur 9bits suivis d'un séparateur constitué d'un bit à zéro.

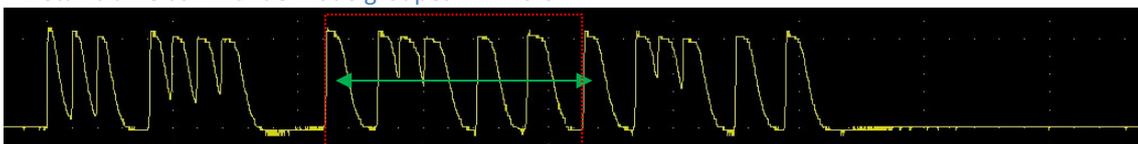
L'affichage des flashes esclave ne donnant pas la puissance utilisée en mode E-TTL l'analyse des valeurs émises aurait demandé un nombre d'essais et de mesure conséquents. De plus le pilotage des flashes par un microcontrôleur dans ce mode n'ayant pas un grand intérêt je n'ai pas réalisé le décodage de cette partie de la trame. Le tableau suivant donne quelques exemples des valeurs obtenues pour cette partie de la trame en fonction des modes employés.

Groupes ABC simultanés (symétriques)	11010 11010		
Groupe A:B = 1:1	10111 01010	10111 01010	
Groupe A:B = 1:4	11100 01010	11100 11010	
Groupe A:B = 1:1, Groupe C=+/-0	10111 01010	10111 01010	10111 01010
Groupe A:B = 1:1, Groupe C=+/-0	10111 01010	10111 01010	10110 11010
	11011 01010	11011 01010	10110 11010
	11111 01010	11111 01010	11110 11010
Groupe A:B = 1:1, Groupe C= -1.6	11011 01010	11011 01010	10101 01010

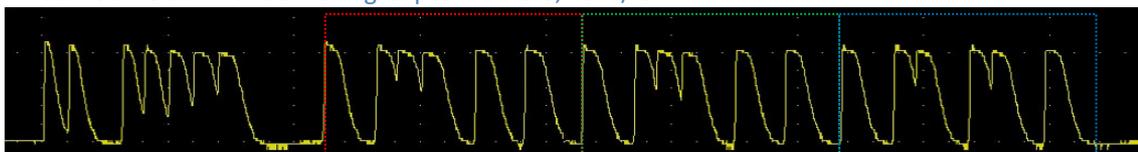
Détail trame commande mode groupes A+B+C



Détail trame commande mode groupes A:B = 0:0



Détail trame commande mode groupes A:B = 0:0, C=+/-0



Commande Arduino

Tableau valeurs puissance en mode manuel

Exprimés sous une forme linéaire les 5 bits de codage du réglage de la puissance du flash (3 en IL et 2 en 1/3 d'IL) offrent une plage de variation de 24 crans. L'ordre des bits utilisé dans le chapitre précédent (MSB = premier envoyé) doit être inversé dans le cas de l'utilisation d'un registre a décalage fonctionnant vers la droite.

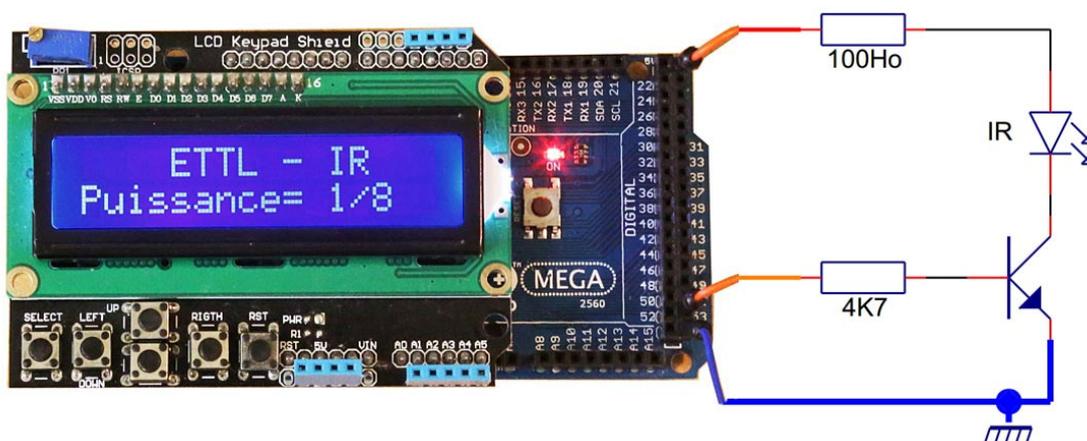
	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12
Puissance	1/1	-1/3	-2/3	1/2	-1/3	-2/3	1/4	-1/3	-2/3	1/8	-1/3
Code binaire	11 111	01 111	10 111	11 011	01 011	10 011	11 101	01 101	10 101	11 001	01 001
Code bin LSB	111 11	111 10	111 01	110 11	110 10	110 01	101 11	101 10	101 01	100 11	100 10
Code LSB Hex	0x1F	0x1E	0x1D	0x1B	0x1A	0x19	0x17	0x16	0x15	0x13	0x12
Code LSB Dec	31	30	29	27	26	25	23	22	21	19	18

	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Puissance	-2/3	1/16	-1/3	-2/3	1/32	-1/3	-2/3	1/64	-1/3	-2/3	1/128
Code binaire	10 001	11 110	01 110	10 110	11 010	01 010	10 010	11 100	01 100	10 100	11 000
Code bin LSB	100 01	011 11	011 10	011 01	010 11	010 10	010 01	001 11	001 10	001 01	000 11
Code LSB Hex	0x11	0x0F	0x0E	0x0D	0x0B	0x0A	0x09	0x07	0x06	0x05	0x03
Code LSB Dec	17	15	14	13	11	10	09	07	06	05	03

Programme test en mode manuel symétrique

Configuration physique

N'importe quel platine Arduino dotée d'un shield LCD 2x16 caractères suffit à exécuter le logiciel. La commande des Leds infrarouge utilise un seul bit de sortie digital, une platine Mega étant utilisée c'est le port 53 qui sera employé dans cet exemple. Ce port commande une Led infrarouge classique via un petit transistor NPN, en utilisation réelle cette Led IR devra être remplacée par un système beaucoup plus puissant pour obtenir une portée correcte les récepteurs des flashes étant peu sensibles.



Le logiciel suivant n'est pas du tout optimisé mais sert juste à valider le principe de commande.

Les touches droite et gauche permettent la modification de la variable Power variant de 0 (Pleine puissance) à 22 (1/128^e). Deux tables indexées par cette variable permettent d'obtenir la séquence à envoyer sous forme Infrarouge et le texte affiché sur le LCD de l'atténuation correspondante.

La trame de commande est envoyée par action sur la touche Set.

Le rapport cyclique d'un bit émis est déterminé par les constantes ValtBas et ValtHaut en microsecondes, auquel il faudra ajouter le temps d'exécution des routines (environ 5µs), leur somme devra toujours être égale a 90 (+ 2x5 = 100).

```
#include <LiquidCrystal.h>

//Définition paramètres shield clavier - LCD
LiquidCrystal Lcd(8,9,4,5,6,7);

const int PortAnKey = 0;
int AnalogKey = 0;
int ValKey = 0;
int MemoKey = 20;
const int KeyHaut =0x5;
const int KeyBas =0xA;
const int KeyDroit =0x1;
const int KeyGauche =0xF;
const int KeySel =0x17;

const int PortIR=53; //Port commande Led IR
int Canal=3; //No Canal Flash
int Group=1; //No Groupe Flash
int Power=9; //No Puissance Flash 0 a 21
int BuffEm; //Buffer emission

const int Code1P=0xC1F; //Code mode ABC symetrique
const int CodePw[22]={31,30,29,27,26,25,23,22,21,19,18,17,15,14,13,11,10,9,7,6,5,3};
const char* IntitulePw[22] = {"1/1","1/1.3","1/1.6","1/2","1/2.5","1/3.2","1/4","1/5","1/6.3","1/8","1/10","1/13",
"1/16","1/20","1/25","1/32","1/40","1/51","1/64","1/81","1/101","1/128"};
const int ValtHaut=25; //Durée etat haut bit (compter 5µs durée exécution arduino)
const int ValtBas=65; //Durée etat bas bit

//=====

void setup() {
  Lcd.begin (16,2);
  Lcd.clear();
  Lcd.setCursor(4,0);
  Lcd.print("ETTL - IR");
  PrintPower();

  pinMode (PortIR, OUTPUT);
}

void loop() {

  AnalogKey = analogRead(PortAnKey); //Gestion des Touches ++++++
  ValKey = (AnalogKey / 32) + 1;

  if (MemoKey != ValKey){
    MemoKey = ValKey;
  }
}
```

```

    if (ValKey == KeySel) {
        EmissionIR(); }

    if ((ValKey == KeyDroit) && (Power > 0)) {
        Power --;
        PrintPower(); }

    if ((ValKey == KeyGauche) && (Power < 21)) {
        Power ++;
        PrintPower(); }

    if (ValKey == KeyHaut) {}

    if (ValKey == KeyBas) {}

    delay(100);
}
}

//Affichage valeur puissance =====
void PrintPower () {
    Lcd.setCursor(0,1);
    Lcd.print ("Puissance= ");
    Lcd.setCursor(11,1);
    Lcd.print (IntitulePw[Power]);
}

//Routine envoi trame IR =====

void EmissionIR (){

    //Emission Canal
    digitalWrite (PortIR, 1);
    delayMicroseconds (ValtHaut);
    digitalWrite (PortIR,0);
    delayMicroseconds (ValtBas + ((Canal-1) *50));

    //Emission code ordre
    EmissionBuffer (Code1P,14);

    //Emission code puissance
    EmissionBuffer(CodePw[Power],5);

    //Emission execution
    delay(10);
    digitalWrite (PortIR, 1);
    delayMicroseconds (90);
    digitalWrite (PortIR,0);
}

void EmissionBuffer(int BuffEm, int LgBuff) {

    byte i;

    for (i=0; i< LgBuff; i++) {
        digitalWrite (PortIR, BuffEm & 0x0001);
        BuffEm=BuffEm >> 1;
        delayMicroseconds (ValtHaut);
        digitalWrite(PortIR,0),
        delayMicroseconds (ValtBas);
    }
}
}

```

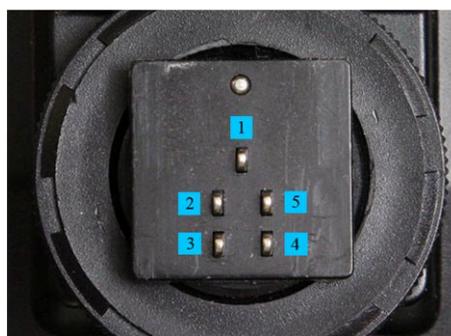
Liaison digitale E-TTL Canon

Liaison série E-TTL II

Quatre signaux de contrôle sont utilisés, le protocole semble assez similaire à celui des optiques et apparemment des fonctions de commande directe sont superposées aux signaux de la liaison série.



Sabot boîtier



Sabot flash

- 2 - EFIDO : Camera to SpeedLite Transmission Terminal
- 3 - CCC : Af led assist on/off, flash prêt, power on
- 4 - AVEFI : SpeedLite to Camera Transmission Terminal
- 5 - STSPC : Communication Sync Terminal for Camera and SpeedLite.

Comme pour la liaison objectif EF les signaux de données AVEF et EFIDO sont synchronisés par le signal horloge STSPS.

Plus d'informations peuvent être trouvées ici : <http://billgrundmann.wordpress.com/tag/canon>

Réveil d'un flash

Un flash SpeedLite peut être sorti de veille par l'application d'une impulsion +5v sur ses entrées EFIDO ou CCC. Un signal continu sur CCC provoque l'allumage des Leds d'assistance autofocus.

Mode Quench et commande manuelle durée éclair

Avec les anciens flashes A-TTL et certains flashes E-TTL ou E-TTL II il est possible en envoyant une impulsion sur la broche STSP du sabot après le temps désiré de provoquer l'extinction du tube de façon analogique.

Cette méthode par la réalisation des petits adaptateurs permet d'adapter une commande manuelle de puissance sur les flashes qui n'en sont pas dotés.

Voir le document dédié à ce principe de fonctionnement sur le site.

Liaison digitale iTTL Nikon

Affectation des broches sabot iTTL Nikon

Utilisant le même format physique et fonctionnalité du contact central Synchro-X que les boitiers Canon le dialogue informatique entre le flash et le boitier Nikon utilise un système différent n'utilisant que trois contacts.



1	Synchro-X	Déclenchement flash
2	Ack / SP	Acquittement et autorisation datas <i>Flash présent</i>
3	Clock / Ready	Horloge data <i>Flash prêt</i>
4	Data / Quench	Liaison donnée bidirectionnelle <i>Commande d'arrêt éclair</i>
5	Gnd	Masse

Les informations en italique ne sont que pour les boitiers utilisant l'ancien protocole TTL basés sur l'utilisation de signaux logiques, les flashes sont aptes à gérer les deux types de système.

Révisions document, sources et références

v0.00	04/07/2015	Brouillon.
v1.00	20/07/2015	Première diffusion.
v1.01	03/01/2016	Ajout solution simple a diodes.
v1.02	15/01/2016	Ajout commandes directes un flash.

Sources et références

- Tests et analyses flashes :
<http://speedlights.net/2011/08/28/yongnuo-yn-565-ex-flash-review/>
- Vitesse et durée d'éclairs
<http://gock.net/2012/01/flash-durations-small-strobes/>
- Infos sur les modes de fonctionnement des transmetteurs Pocket wizard
http://wiki.pocketwizard.com/index.php?title=Understanding_HyperSync_and_High_Speed_Sync
- Protocole de dialogue E TTL Canon
<http://billgrundmann.wordpress.com/2009/03/10/ettl-continued/>
- Tensions de déclenchement Synchro-X flashes
<http://www.botzilla.com/photo/strobeVolts.html>

Documentations électroniques

Définition latching current thyristor :

http://www.st.com/st-web-ui/static/active/cn/resource/technical/document/application_note/CD00003854.pdf

Datasheet BT169D

http://www.nxp.com/documents/data_sheet/BT169D-L.pdf

Mes excuses à l'auteur de la photo de première page "récupérée" sur le net dont j'ai perdu le nom, la réutilisation était bien autorisée mais citer son nom aurait été préférable.

Merci a eux.

