



1 Analyse fonctionnelle et technologique d'une télévision à tubes

On souhaite analyser une télévision d'entrée de gamme commercialisée actuellement. On considérera un modèle 42 pouces, soit 107 cm de diagonale, correspondant à une dimension très courante aujourd'hui pour un salon.

On étudiera le modèle LG 42LK450, sorti en avril 2011, vendu environ 450 € sur Internet.

Le choix de ce modèle est aussi lié à la possibilité de documents issus du site LGLearn.com destiné à la formation des techniciens du service clients pour la marque LG.

L'objectif est d'analyser essentiellement le rétroéclairage de l'écran LCD qui représente la fonction qui consomme le plus d'énergie. En effet, lorsque la commande de rétroéclairage est à 100 %, le rétroéclairage consomme 115 W alors que la télévision consomme au maximum 180 W, soit 64 %.

On identifiera les principales fonctions et flux au sein de cette télévision.

On analysera les particularités d'un rétroéclairage à tubes fluorescents sur un écran de 42 pouces.

On analysera les fonctions permettant d'alimenter ces tubes. On caractérisera ses fonctions notamment d'un point de vue électrique et énergétique, mais aussi d'un point de vue utilisateur avec la commande de rétroéclairage.



Téléviseur 42LK450 à tubes fluorescents

1.1 Identification des principales fonctions et des flux

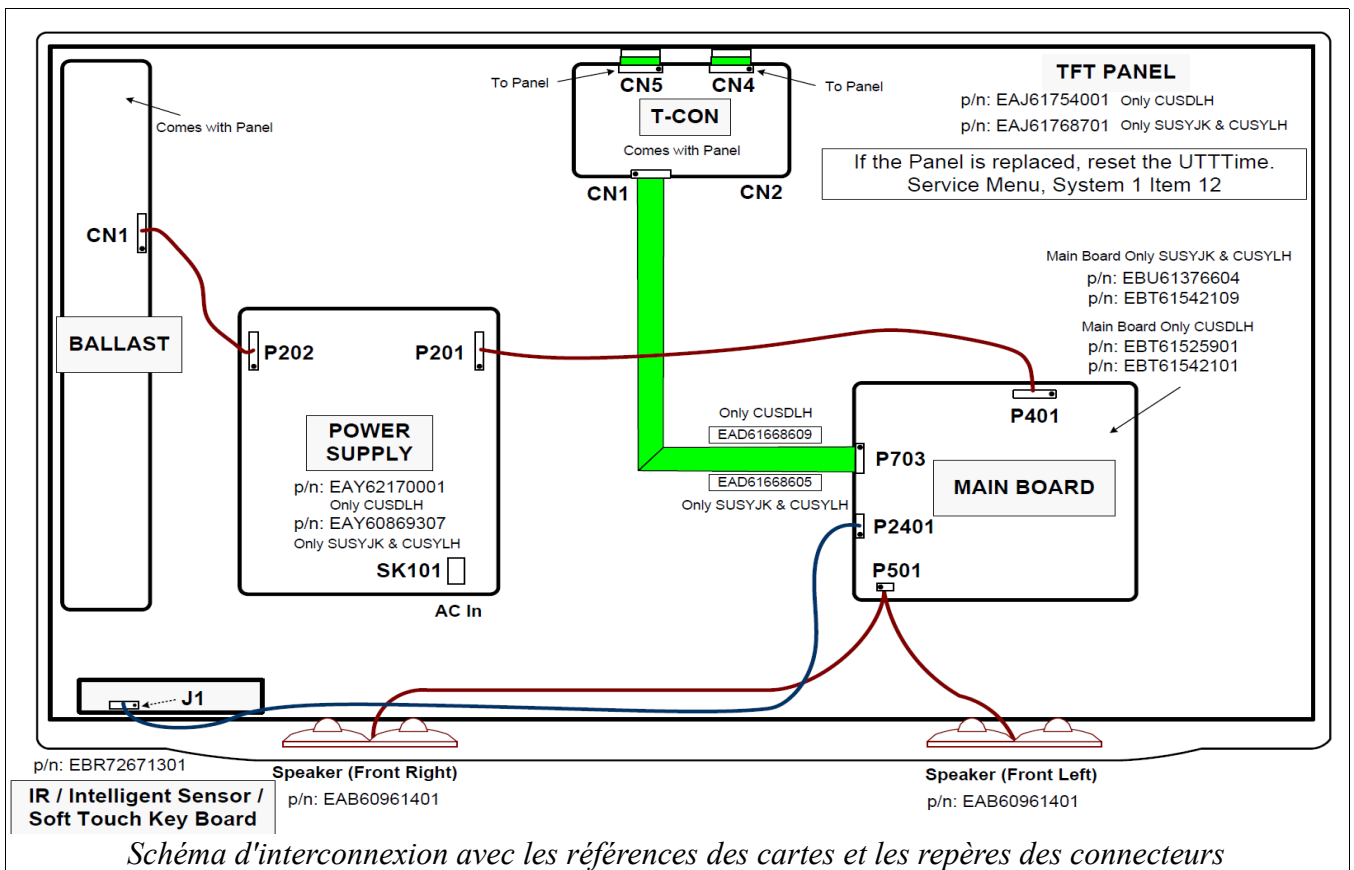
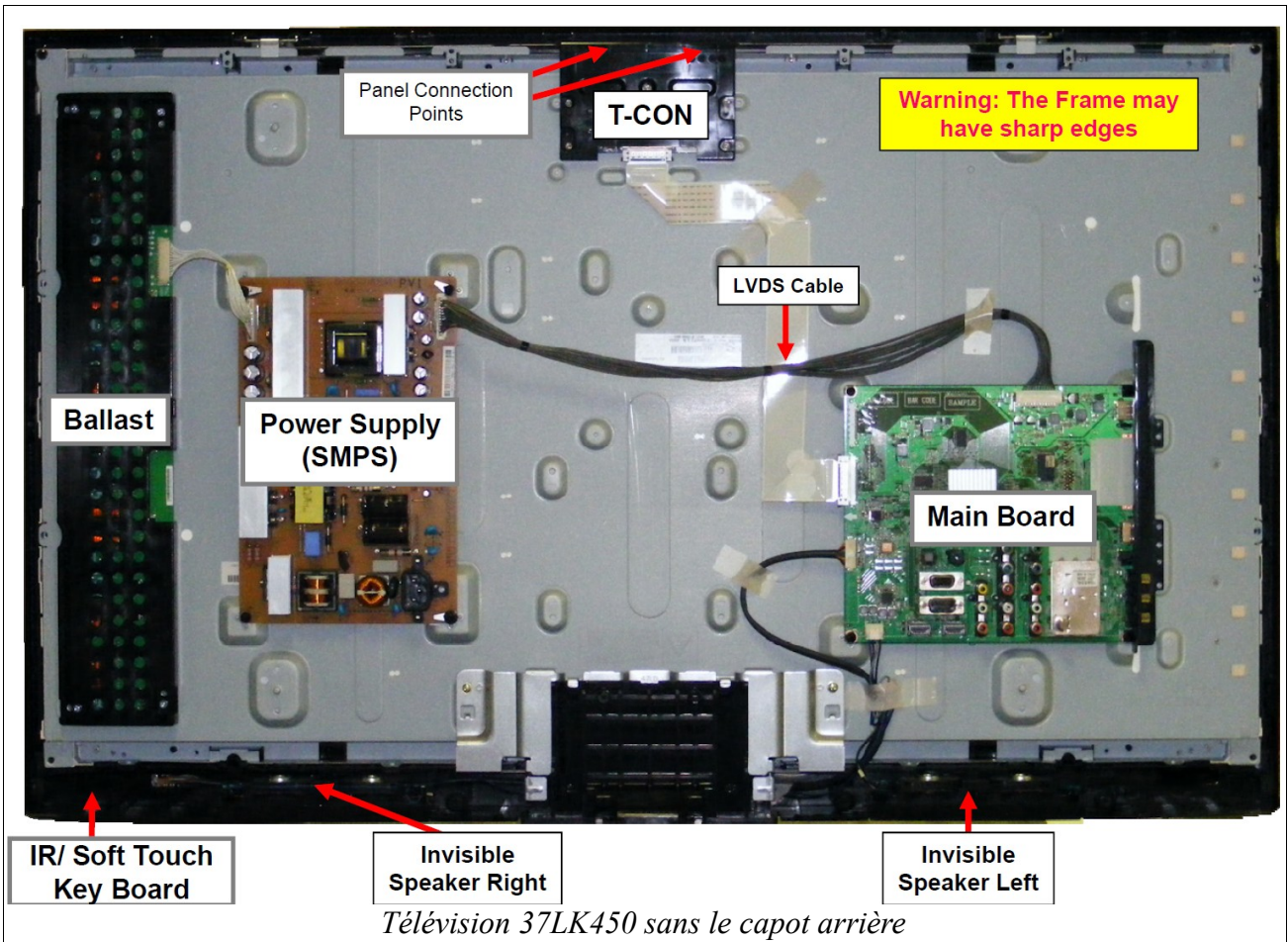
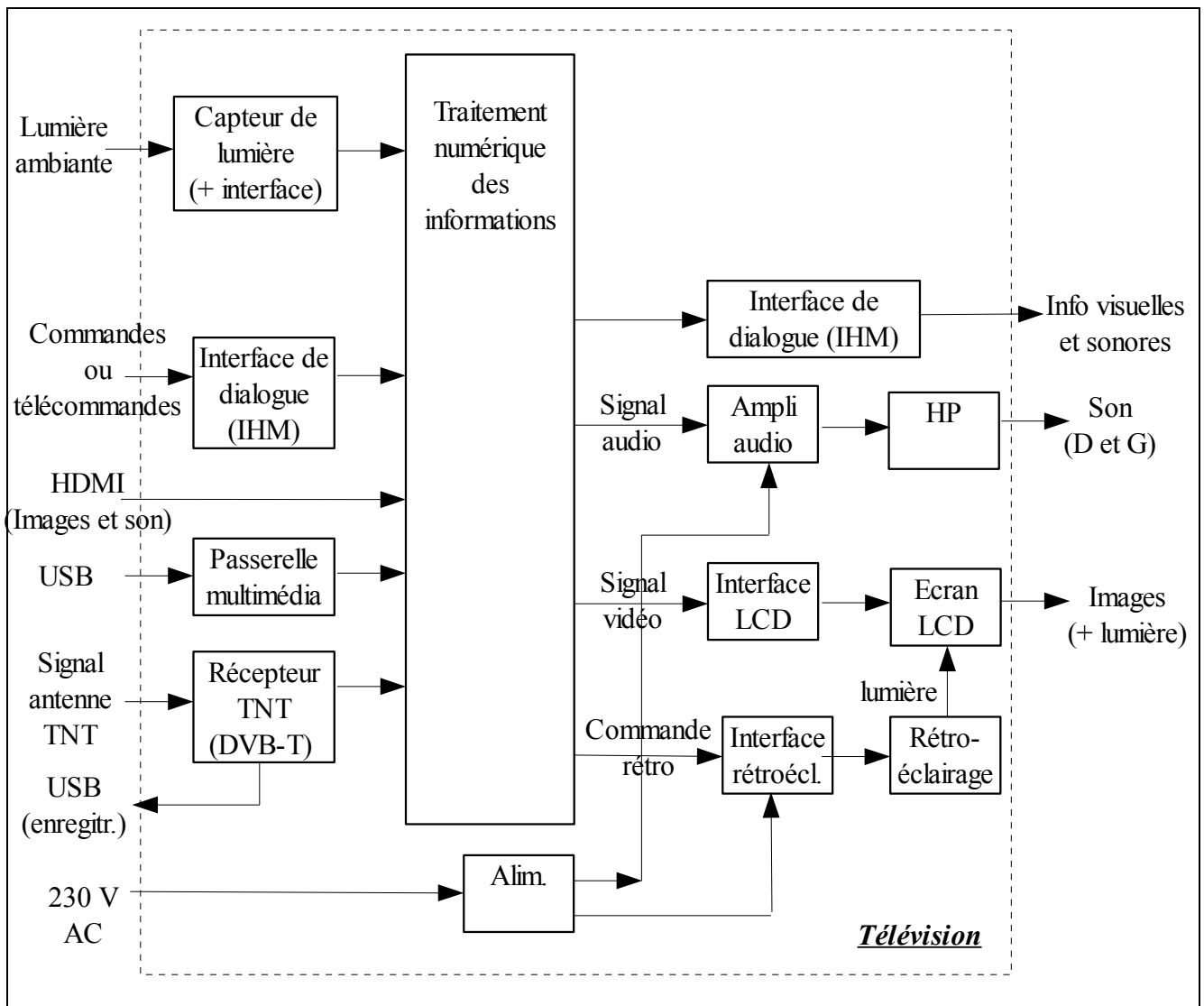


Schéma fonctionnel d'une télévision dans le cas général (pour notre étude de cas)



- Main board (carte principale) = récepteur TNT + traitement numérique des informations + passerelle multimédia + ampli audio
- Power supply (alimentation) = alim.
- Ballast ou inverter = interface rétroéclairage
- T-Con (connecteur en T) = interface LCD
- Pannel (panneau) = écran LCD (équipé du rétroéclairage avec son interface)
- Backlight with CCFL = rétroéclairage avec des tubes fluorescents (non visibles sur les images précédentes)
- Speakers = Haut-parleurs
- Soft touch key board (carte avec touches sensibles) + IR (Infra rouge) + Intelligent sensor (capteur « intelligent ») = interface de dialogue (en entrée) + capteur de lumière

1.1.1 Donner le repère d'un connecteur où on pourra trouver le signal vidéo issu du traitement numérique à destination de l'interface LCD.

1.1.2 Donner le repère d'un connecteur où on pourra trouver la commande de rétroéclairage à destination de l'interface de rétroéclairage. On notera que l'interface de rétroéclairage n'est pas directement reliée à la carte principale pour la télévision étudiée ici. Justifier ce choix du constructeur.

1.1.3 Donner le repère du connecteur d'alimentation à partir de la tension secteur 230 V AC, puis le connecteur où on pourra trouver l'alimentation de l'interface de rétroéclairage.

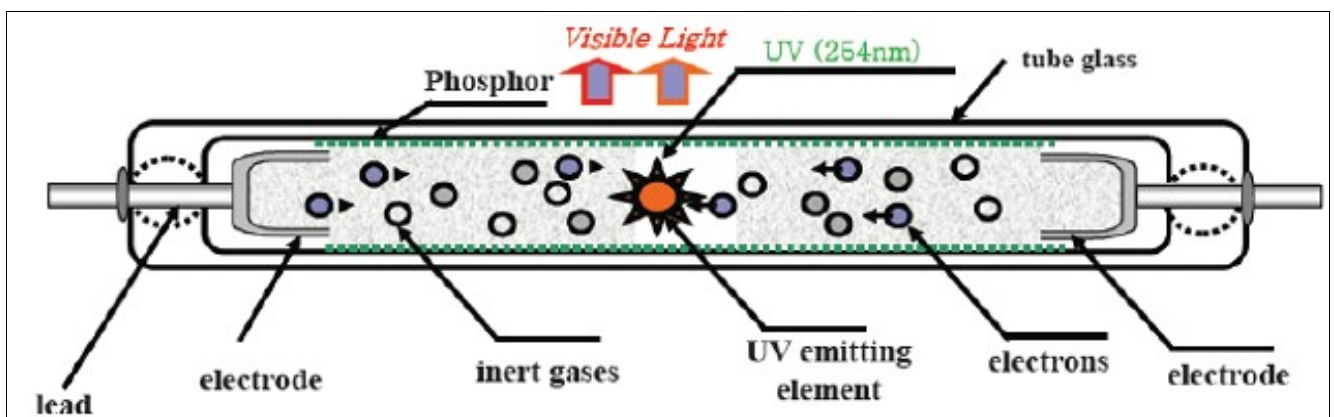
1.2 Analyse du rétroéclairage à tubes

Les télévisions d'entrée de gamme utilisent aujourd'hui des tubes fluorescents (de type CCFL) pour assurer le rétroéclairage de l'écran LCD.

Principe de l'émission de lumière par un tube CCFL

Un tube en verre contient du gaz, notamment de l'Argon (Ar) et des vapeurs de Mercure (Hg). Une électrode métallique est présente à chaque extrémité. Une tension élevée de l'ordre de 1000 V est appliquée entre les électrodes du tube. Le champ électrique qui en résulte accélère des électrons (issus des électrodes) qui entrent en collision avec les atomes de mercure qui émettent alors un rayonnement ultra violet. L'intérieur du tube CCFL est couvert d'une couche de phosphore qui transforme le rayonnement ultraviolet en rayonnement visible.

Ces différents phénomènes physiques se font avec d'assez mauvais rendements. Seulement 20 % environ de l'énergie absorbée par le tube est transformée en lumière visible.

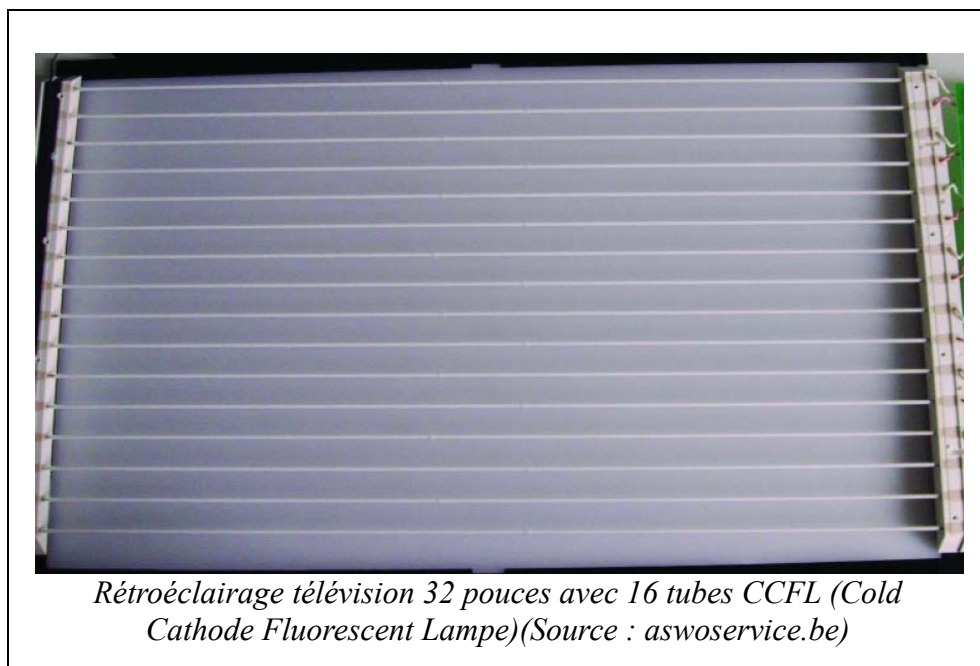
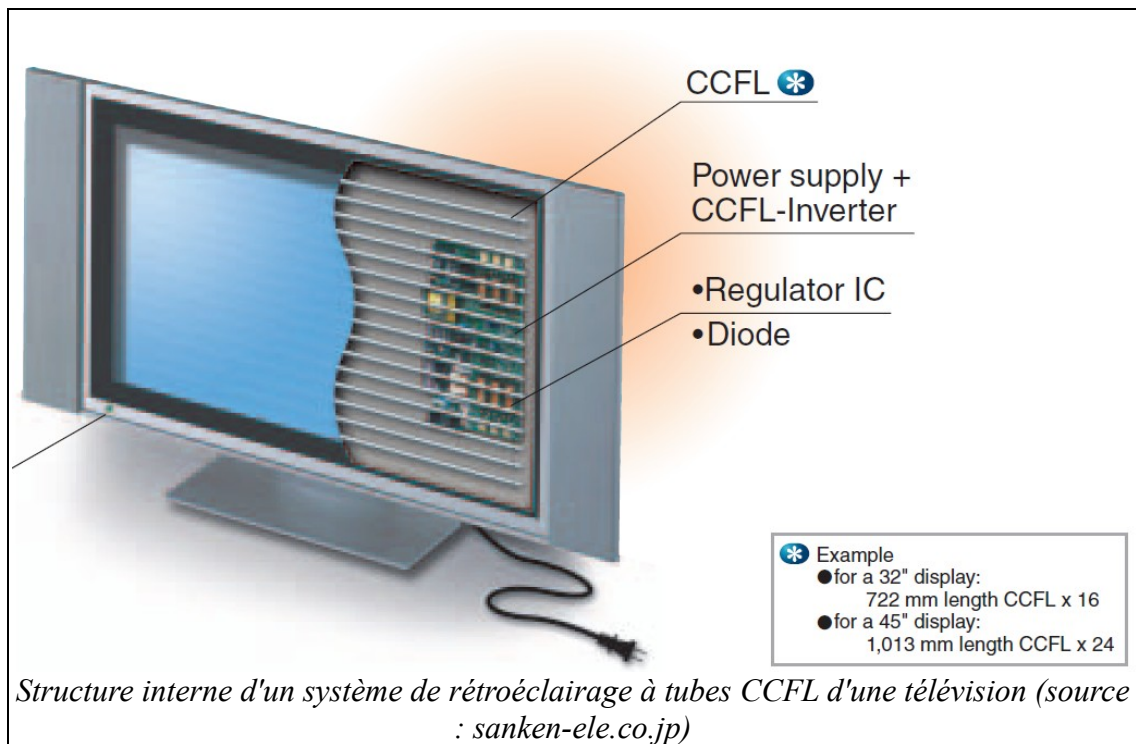


1.2.1 Préciser quel matériau utilisé dans ce type de tube fluorescent peut avoir un impact négatif sur l'environnement. Préciser l'impact sur l'environnement. Préciser à quel moment de la vie du produit ce risque existe.

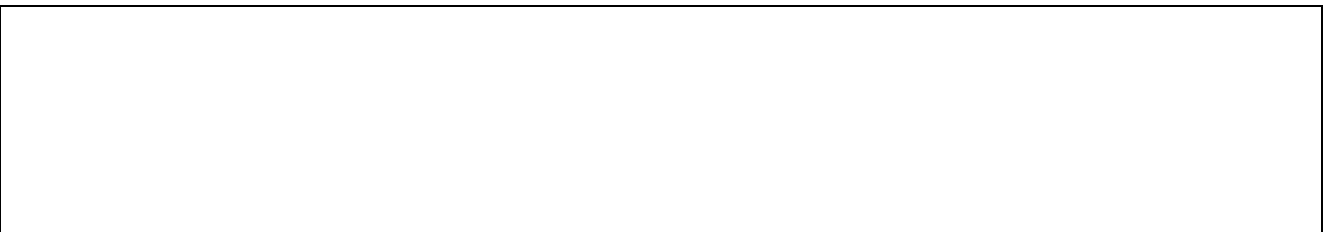
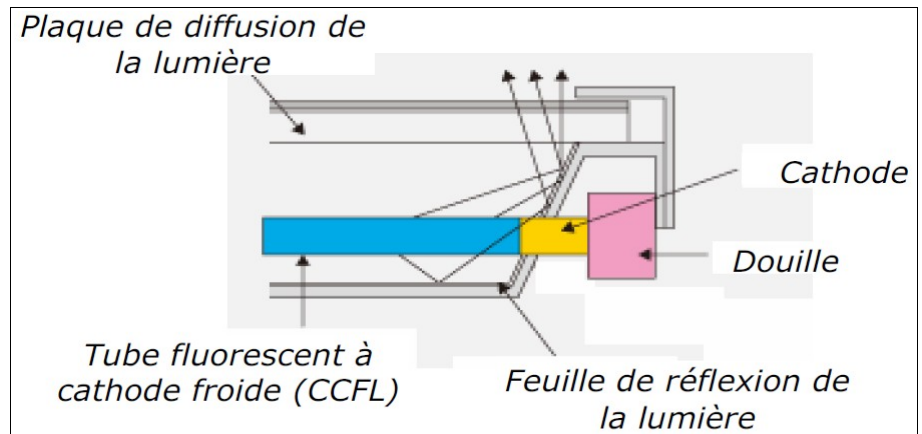
Empty box for the answer to question 1.2.1.

1.2.2 Donner le type d'énergie en entrée du tube fluorescent et le type d'énergie utile en sortie.

La solution généralement retenue pour les téléviseurs d'entrée de gamme consiste à mettre derrière l'écran LCD un certain nombre de tubes fluorescents. Le nombre de tubes CCFL (ou lampes) dépend de la taille de l'écran.

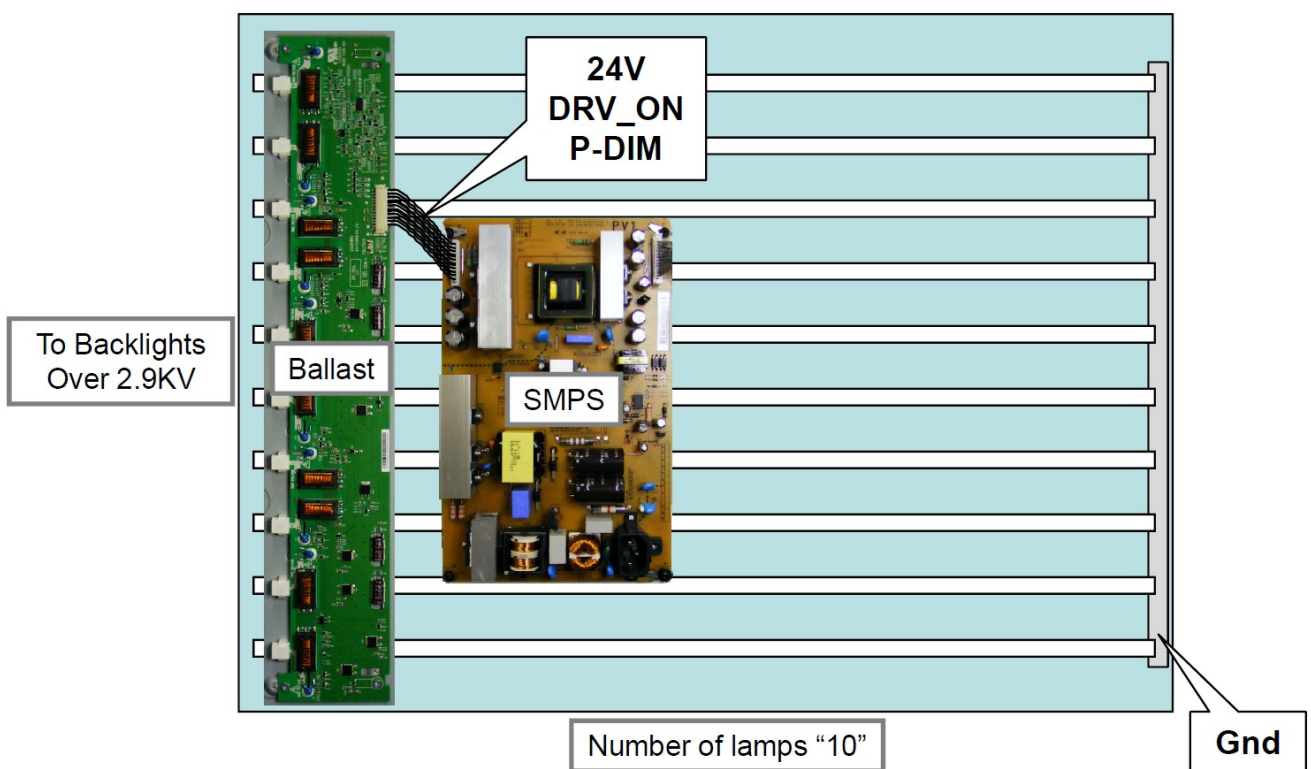


1.2.3 Une feuille de plastique blanc est disposée à l'arrière des tubes fluorescents. Elle réfléchit la lumière vers l'écran. Justifier clairement la présence de cette feuille de réflexion de la lumière à l'arrière les tubes fluorescents.



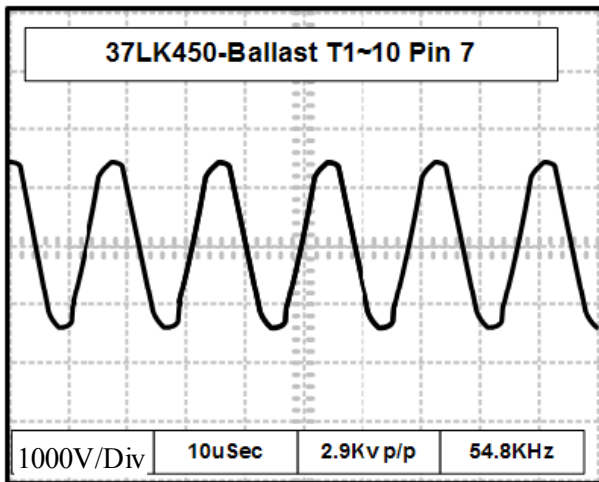
1.3 Analyse de l'interface de rétroéclairage

Le rétroéclairage du téléviseur 42LK450 est assuré par 10 tubes de type CCFL (appelés aussi lampes par le constructeur). Le constructeur annonce une consommation de **115 W** au niveau de l'alimentation 24V fournie par l'alimentation principale (SMPS) à la carte ballast, pour l'ensemble des 10 tubes pour une commande de rétroéclairage (P-DIM) à 100 %.

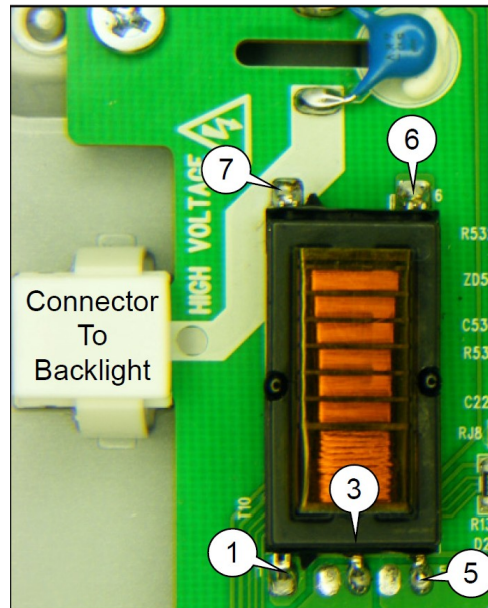


CCFL (Cold Cathode Fluorescent Lamps)

Chaque tube est alimenté sous une tension d'environ 1000 V RMS (efficace) à 55 kHz environ. Cette tension est obtenue à partir d'une fonction d'alimentation appelée inverter, ou ballast. Cette alimentation génère une tension d'environ 1000 V RMS à partir d'une tension d'alimentation de 24 V DC (continu). Cette alimentation utilise notamment un transformateur.



Oscillogramme de la tension d'alimentation d'un tube fluorescent



Transformateur alimentant un tube fluorescent sous environ 1000 V

1.3.1 Proposer le principe d'une solution pour ne pas alimenter directement ce transformateur avec du 24V continu mais avec une tension à 55 kHz.

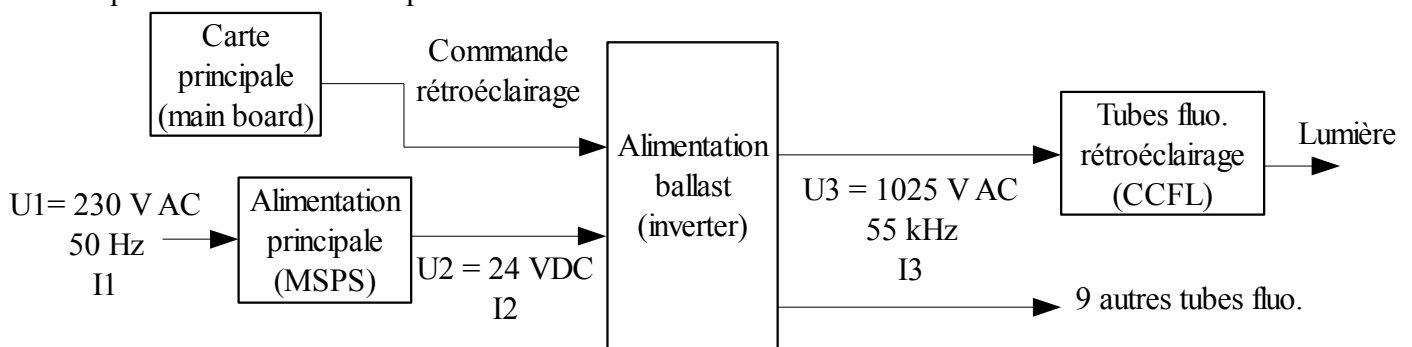
1.3.2 Préciser comment le transformateur peut augmenter la tension entre le primaire et le secondaire.

1.3.3 A partir de l'oscillogramme de la tension d'alimentation d'un tube, mesurée en sortie d'un transformateur, justifier que la tension est d'environ 1000 V efficace. On précise que 1 Vpp (ou Vp/p ici) correspond à 1V pic to pic, soit crête à crête (différence entre la valeur maxi et la valeur mini).

1.3.4 On souhaite intervenir sur ces fonctions d'alimentation. Justifier le fait qu'il puisse y avoir un risque même si on a débranché le câble secteur 230 V.



On propose un schéma fonctionnel simplifié de l'alimentation d'un tube. En sachant que dans notre cas, chaque tube fluorescent dispose d'un transformateur ballast



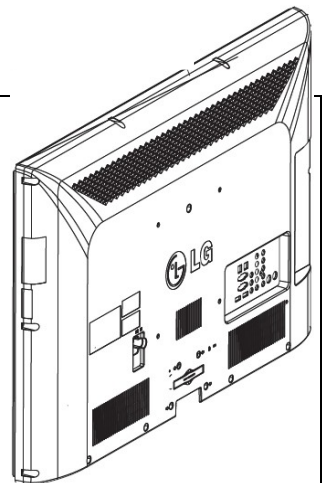
1.3.5 En supposant un rendement d'environ 80 % pour l'alimentation ballast (soit $P_3/P_2 = 0,8$). Calculer la puissance P_3 absorbée par les 10 tubes fluorescents (avec commande à 100%), puis par un seul tube. On rappelle la puissance P_2 absorbée par l'alimentation ballast sous $U_2 = 24$ VDC pour les 10 tubes avec la commande de rétroéclairage à 100 % : $P_2 = 115$ W (donnée constructeur).

1.3.6 En déduire le courant I_3 consommé par un tube, puis par 10 tubes. Calculer littéralement puis numériquement.

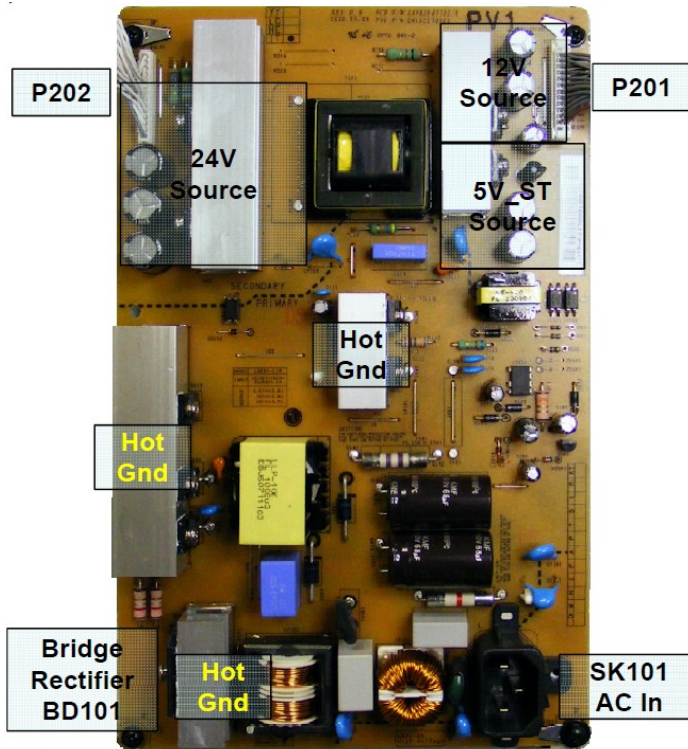
1.3.7 En estimant le rendement lumineux d'un tube à environ 20 %. Calculer la puissance lumineuse en sortie des 10 tubes (rétroéclairage à 100 %). Justifier que cette puissance lumineuse ne se retrouve pas intégralement au niveau de l'image vue par le téléspectateur.

1.3.8 Calculer numériquement les pertes pour les 10 tubes pour un rétroéclairage à 100 % à partir de $P_2 = 115 \text{ W}$ sous 24 VDC (rappels : rendement ballast = 80 % et rendement tube = 20%). En déduire le rendement lumineux global (P_{lum} / P_2).

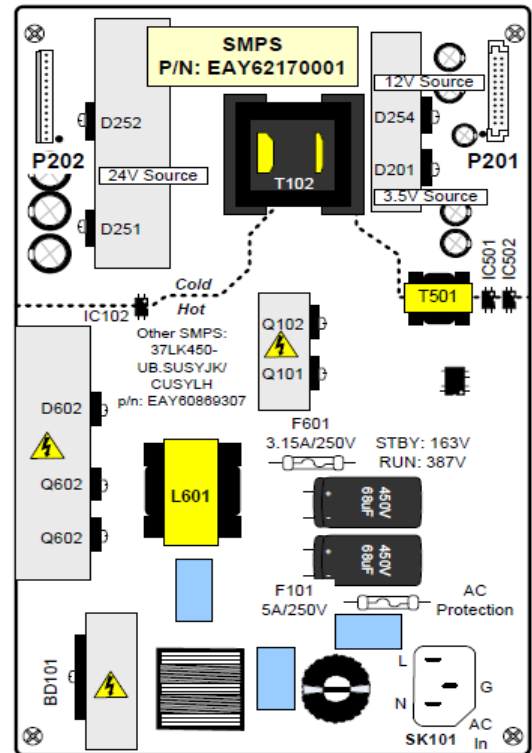
1.3.9 Préciser ce que deviennent ces pertes et préciser les conséquences sur la conception du capot arrière de la télévision (en plastique).



1.4 Analyse de l'alimentation



Alimentation de la télévision LG 42LK450



1.4.1 Donner le rôle du transformateur dans cette alimentation qui génère du 24 V DC à partir du 230 V AC.

1.4.2 Donner le rôle du « bridge rectifier » (pont redresseur) BD101.

1.4.3 Calculer le courant I_2 absorbé sur la sortie 24 V DC pour alimenter les 10 tubes (avec commande à 100 %). On rappelle que les 10 tubes consomment $P_2 = 115 \text{ W}$ au niveau de la sortie 24 VDC de l'alimentation. Calculer littéralement puis numériquement.

1.4.4 Calculer le courant I_1 absorbé sur la prise secteur 230 V AC pour alimenter les 10 tubes (avec commande à 100 %). On considérera que l'alimentation principale à un rendement d'environ 80 % (soit $P_2/P_1 = 0,80$).

1.4.5 Le constructeur donne une consommation maximale de la télévision LG 42LK450 de 180 W. Préciser à quoi correspond l'écart entre ces 180 W et les 115 W consommés par le rétroéclairage.

1.4.6 Calculer les pertes maximales de l'alimentation avec un rendement de 80 %.

1.4.7 Justifier que certains composants de l'alimentation soient fixés sur un bloc d'aluminium.



1.5 Commande de rétroéclairage

La commande de rétroéclairage provient de la carte principale (traitement numérique des informations).

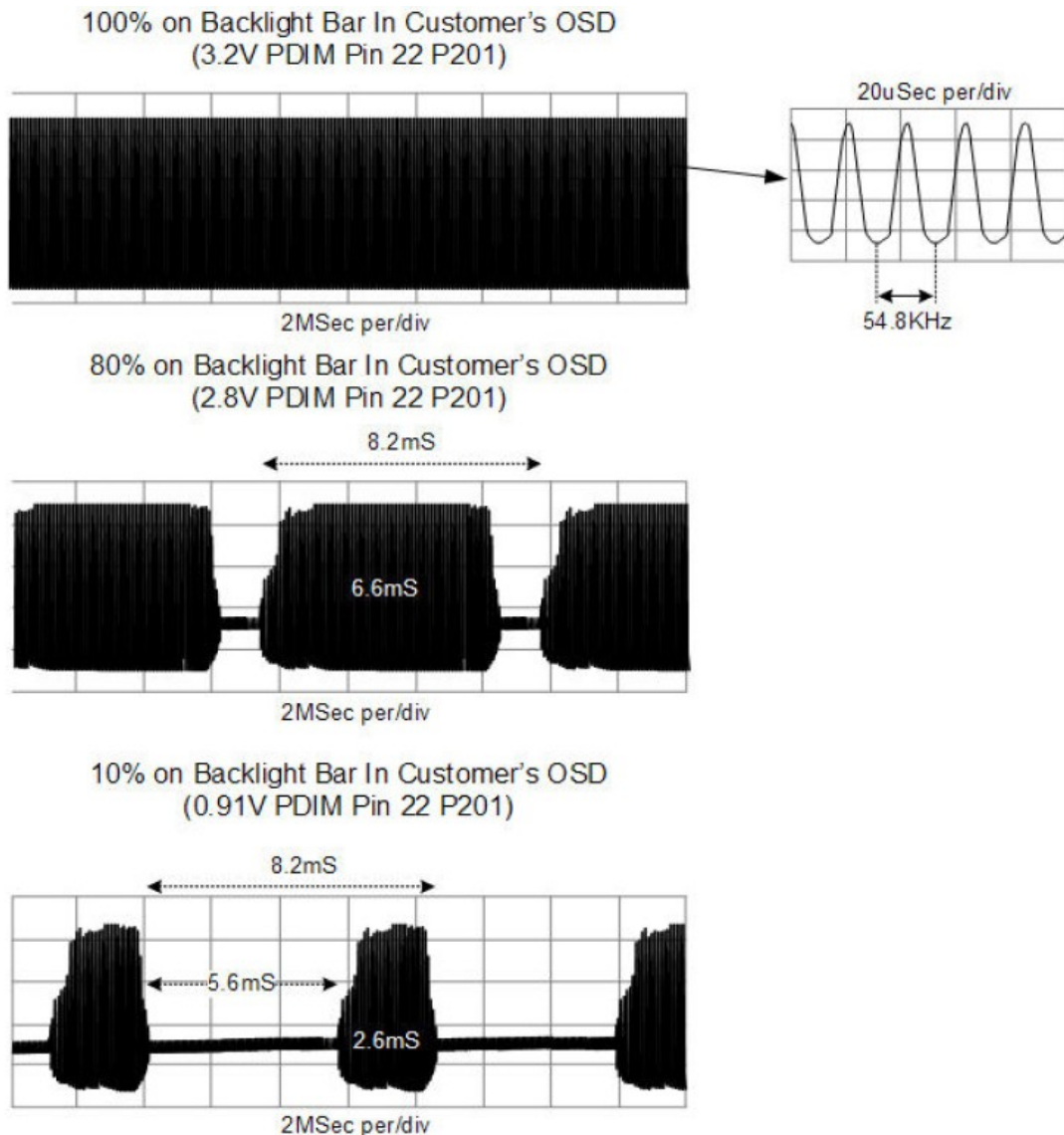
Elle s'appelle PWM_DIM et est repéré P-DIM sur le connecteur P202 (broche 22).

PWM = Pulse Width Modulation (modulation de largeur d'impulsion).

DIM vient de dimming = atténuation

Le constructeur donne 3 exemples d'oscillogrammes du signal d'alimentation des tubes (2,9 kVpp à 55 kHz environ) avec 3 valeurs de commande de rétroéclairage : 100 %, 80 % et 10 % correspondant respectivement à 3.2V, 2.8V et 0.91 V pour le signal de commande P-DIM.

Remarque : Customer's OSD (On Screen Display) = menu de réglage pour l'utilisateur (client).



1.5.1 Calculer la fréquence de modulation de l'alimentation.

1.5.2 En analysant la tension d'alimentation et les temps d'alimentation, expliquer brièvement comment un tel signal d'alimentation peut faire varier l'intensité lumineuse des tubes.

1.5.3 Rappeler l'intérêt pour l'utilisateur de pouvoir régler le rétroéclairage.

1.5.4 Le constructeur indique que le signal de commande de rétroéclairage (P-DIM) dépend de la commande issue de l'utilisateur, mais aussi d'un capteur « intelligent », ou du contenu de l'image. Expliquer l'intérêt de ces deux derniers cas.