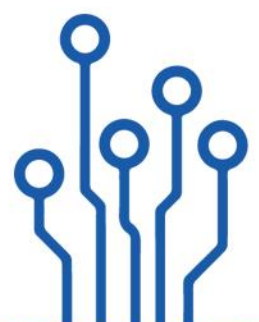




SAÉ 1

Variateur de lumière sans contact

CAO

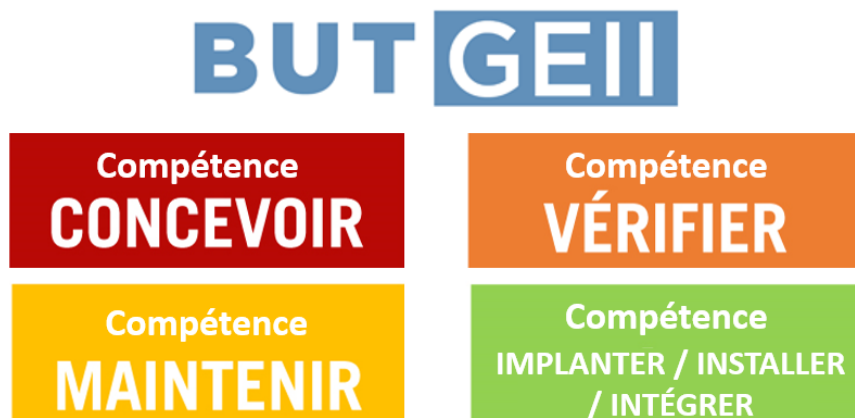


MICHAËL BOTTIN – IUT DE RENNES – DPT GEII



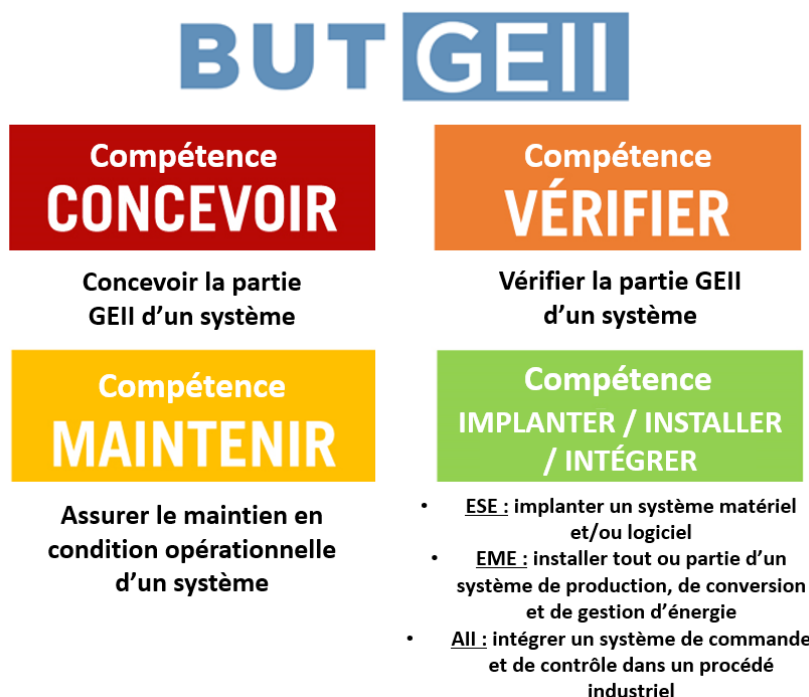
PRÉAMBULE : COMPRENDRE LES COMPÉTENCES DE BUT1

Pour chaque étudiant, le BUT GEII vise à acquérir un certain niveau de maîtrise dans quatre compétences tout au long des trois années de son parcours :



On peut définir une compétence comme un ensemble de savoirs, de savoir-faire et de savoir-être qui permettent d'accomplir une tâche de manière efficace dans une situation donnée.

Ces tâches, dans le cadre du BUT génie électrique et informatique industrielle, sont les suivantes :

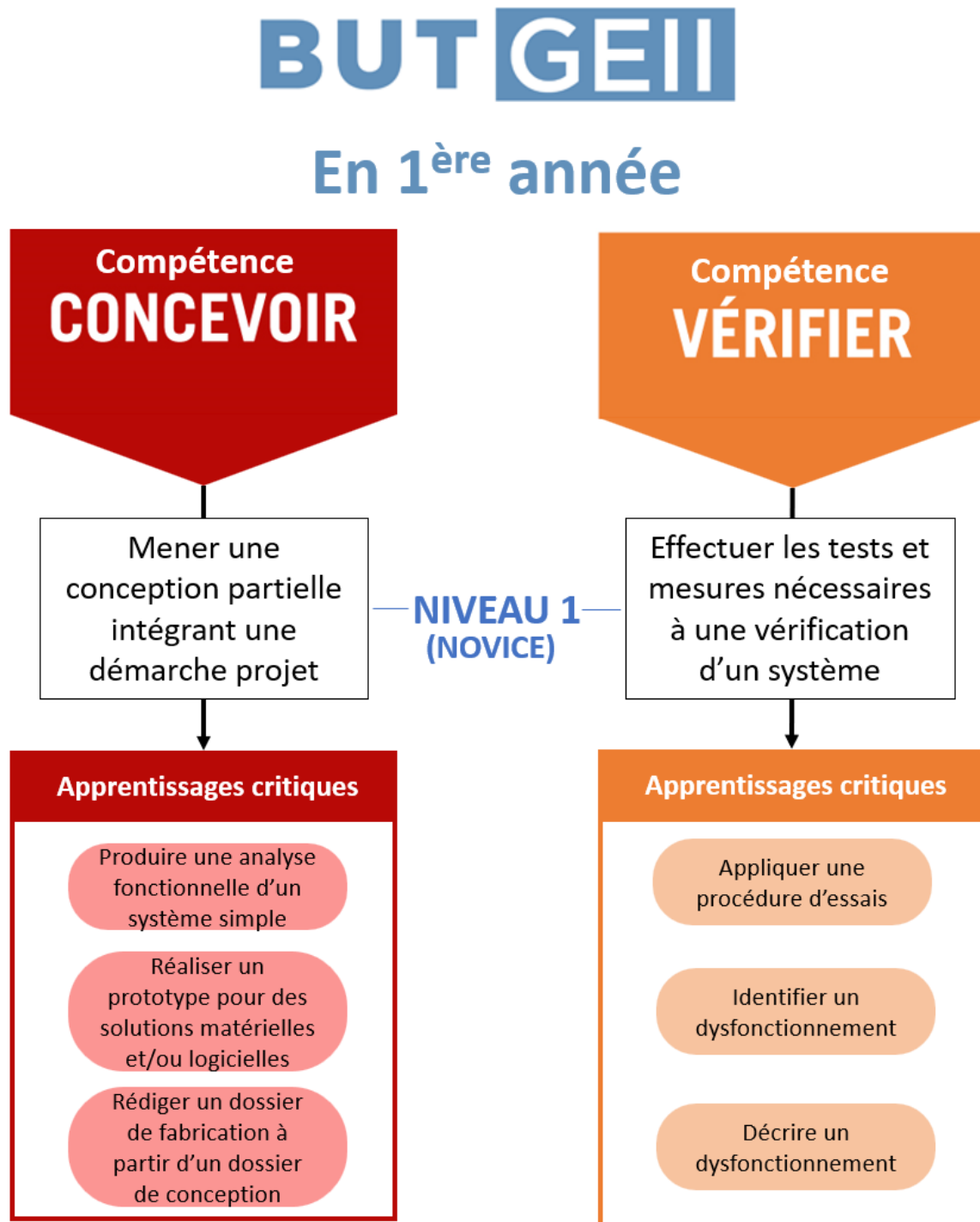


On ne peut pas, dès la première année, devenir expert dans chacune de ces compétences. D'ailleurs, à l'obtention de votre diplôme, même si vous aurez atteint un certain niveau vous permettant de répondre à de nombreuses problématiques du GEII, vous ne serez pas encore expert dans l'une ou l'autre de ces compétences !

Pour la plupart d'entre vous, vous démarrerez au niveau zéro dans chacune de ces compétences cette année. Afin que vous puissiez vous rendre compte de votre montée en compétences chaque année, chacune d'entre elles se décline en niveaux.

Et pour que vous puissiez évaluer votre niveau de compétence chaque année, vous devrez valider des apprentissages critiques associés à chaque niveau de compétence. On peut considérer qu'un apprentissage critique correspond aux actions que vous devrez mettre en œuvre pour valider un niveau de compétence.

En BUT1, il n'y a que deux compétences dont il faudra valider le niveau 1 d'apprentissage (novice) :



Pour évaluer ces apprentissages critiques, la formation de BUT GEII utilise plusieurs outils pédagogiques :

- Les ressources (Cours, TD, TP)
- Les SAÉ

La **SAÉ (Situation d'Apprentissage et d'Évaluation)** est une activité pédagogique d'approche par compétences (APC), c'est-à-dire que la SAÉ vise à vous faire acquérir le niveau de compétence attendu pour votre année.

Vous allez découvrir rapidement en quoi consiste réellement une SAÉ, mais sachez qu'il s'agit d'une activité où vous allez devoir accomplir une tâche proche de celles que l'on retrouve dans le monde professionnel.

Cette tâche nécessitera de votre part que vous mobilisiez des connaissances acquises dans des ressources externes mais également internes (comme la conception de circuit imprimé par exemple) dans un contexte d'autonomie guidée.

Cette tâche se caractérise généralement par une problématique et un cahier des charges.

Elle a une durée finie avec une date de début et une date de fin. Le respect des délais est un critère important dans l'évaluation des SAÉ.



Nous ferons au semestre 1 deux SAÉ :

- Une première qui se concentre sur la compétence '**VÉRIFIER**' dans le domaine de l'électronique. Il y a tout de même un peu de conception.
- Une seconde qui est davantage axée sur la compétence '**CONCEVOIR**' dans le domaine de l'électronique, mais elle nécessitera également des phases de vérification.

Le portfolio viendra compléter l'ensemble. Vous y consignerez votre montée en compétence tout au long de l'année en y décrivant des situations (ressources et SAÉ) où vous avez pu constater la validation d'apprentissages critiques.

INTRODUCTION DE LA SAÉ 'VARIATEUR DE LUMIÈRE' :

Avant de se lancer dans la production de masse d'un nouveau variateur de lumière, vous allez devoir fabriquer un prototype de cette nouvelle version du variateur de lumière et vérifier que celui-ci fonctionne conformément aux attentes.

Toutefois, le travail effectué par les ingénieurs en R&D de l'entreprise, notamment les fichiers de CAO de ce nouveau variateur ont été perdus dans l'incendie, mais une version papier du schéma a été retrouvée parmi les décombres. Malgré quelques dégâts, les informations du schéma restent parfaitement lisibles.

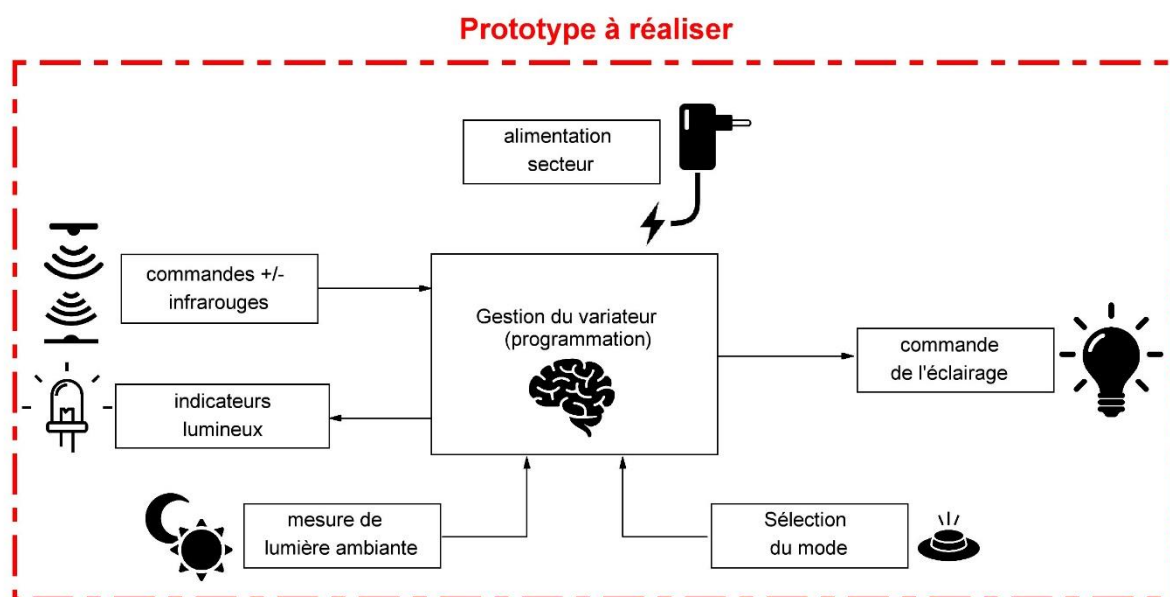
Ce schéma structurel se trouve à la page suivante.

Mais avant de démarrer, une ingénieure de France LED, madame Aubine Mailhot, vous fournit quelques informations au préalable pour vous aider :

- Le variateur de lumière permettra une commande 'sans contact'. C'est un choix qui assure une certaine robustesse du système mais également un côté « covid-friendly » ou plus généralement « virus-friendly ». La technologie de détection utilisée est l'infrarouge.
- Fonctionnement du variateur :
 - Ce variateur permet de commander un éclairage continu en 12V
 - Deux modes de fonctionnement seront disponibles : un mode manuel et un mode automatique
 - En mode manuel deux capteurs infrarouges 'plus' et 'moins' permettent de régler la luminosité de l'éclairage sans contact.
 - En mode automatique, un capteur de luminosité ambiante contrôle la luminosité de l'éclairage.
- Le variateur de lumière sera alimenté par un bloc secteur de 12V. Il générera en interne les autres tensions d'alimentation dont il pourrait avoir besoin.

La conception d'un produit passe généralement par plusieurs phases (analyse du besoin, réflexion compétitive, analyse fonctionnelle, étude de faisabilité...) dont vous découvrirez certaines d'entre elles par la suite.

Pour le moment, voici juste le synoptique (ou diagramme fonctionnel) du produit dont vous allez réaliser le prototype :



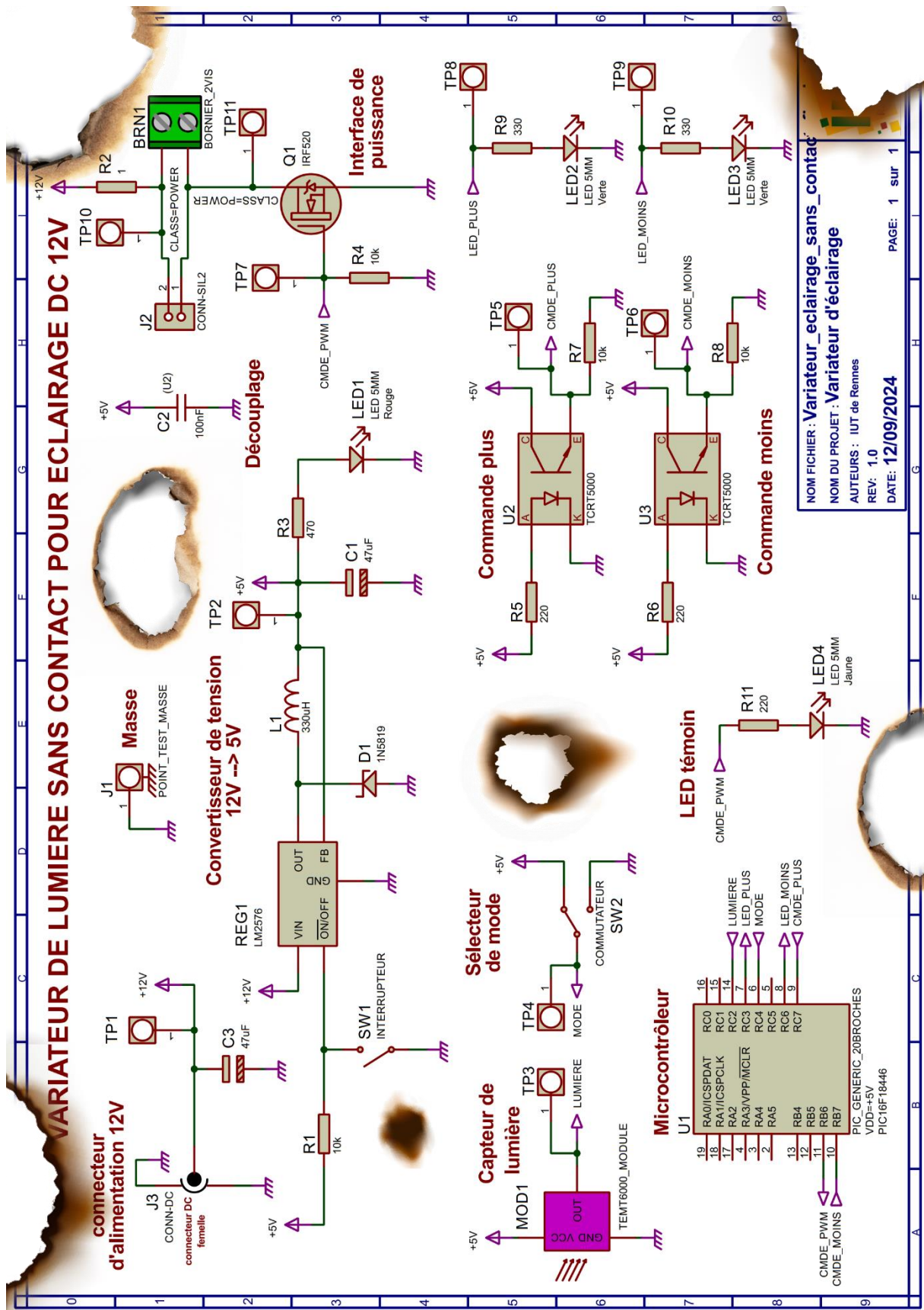
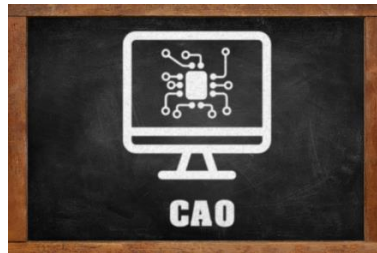


Schéma structurel du variateur de lumière sans contact

DOSSIER DE CONCEPTION DE LA CARTE : CAO



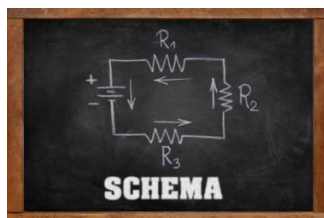
Maintenant que vous en savez un peu plus sur la version améliorée du variateur de lumière sans contact, vous allez pouvoir passer à la CAO et à la fabrication d'un prototype.

Prenez le temps de bien lire tout ce qui va suivre pour éviter de passer à côté de certaines contraintes du cahier des charges et être ainsi pénalisé dans votre évaluation.

Concernant l'utilisation de Proteus, il est considéré à partir de maintenant que cela a été vu ces dernières semaines. Veuillez donc vous référer aux documents de 'formation CAO' si vous avez un doute. Ces documents constituent le manuel de ce qui est à connaître sur Proteus à l'IUT.

Sur la carte de ce variateur de lumière, tous les composants utilisés sont traversants et la carte est en simple face (cuivre côté 'bottom'). Prêtez bien attention lors de la saisie du schéma et lors du routage.

Saisie du schéma :



Pour rappel, le schéma récupéré dans l'incendie du variateur est en page 5.



Vous devez mettre à jour les librairies de Proteus car de nouveaux composants ont été créés pour ce sujet. Si vous ne vous souvenez plus de la démarche, reprenez les consignes du document '**Formation CAO – Saisie de schéma**'.

Vous commencez par créer un nouveau projet sous Proteus (avec schéma et circuit imprimé) que vous sauvegarderez dans votre répertoire privé (disque H).

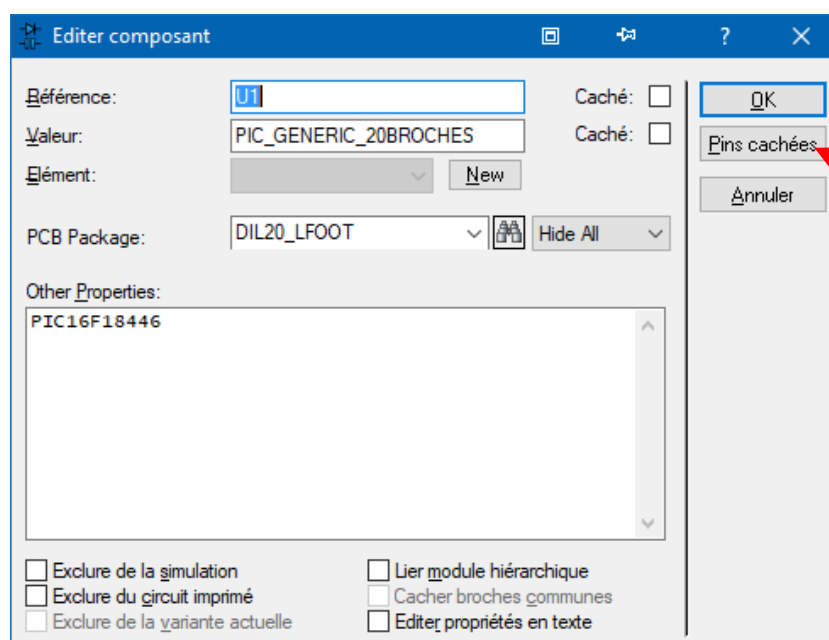
Saisissez alors le schéma du contrôleur en respectant bien les empreintes des composants ('PCB packages' dans les propriétés des composants), précisées dans le tableau de la page suivante.

Description du composant	Librairie Proteus	Référence Proteus	Empreinte / boîtier / PCB package
Résistance (toutes sauf R2)	DEVICE	RES	RES40
Résistance R2	DEVICE	RES	RES60
Condensateur (C1 et C3)	DEVICE	CAP-ELEC	ELEC-RAD20
Condensateur (C2)	DEVICE	CAP	CAP20
Microcontrôleur (U1)	BOTTIN_DVC	PIC_GENERIC_20BROCHES	DIL20_IUT
Points test (tous)	BOTTIN_DVC	POINT_TEST	POINT_TEST_TRAVERSANT_S100
LED (toutes)	BOTTIN_DVC	LED 5MM	LED 5MM
Connecteur DC (J3)	BOTTIN_DVC	CONN-DC	CONN-DC
Inductance (L1)	BOTTIN_DVC	INDUCTANCE	SELF_TRAVERSANTE
Régulateur (REG1)	BOTTIN_DVC	LM2576	PENTAWATT
Capteur de lumière (MOD1)	BOTTIN_DVC	TEMT6000_MODULE	TEMT6000_MODULE
Capteurs IR (U2 et U3)	BOTTIN_DVC	TCRT5000	TCRT5000
Transistor MOSFET (Q1)	IRPOWER	IRF520	TO220
Diode (D1)	BOTTIN_DVC	1N5819	DO41
Connecteur de masse (J1)	BOTTIN_DVC	POINT_TEST_MASSE	TEST_MASSE
Bornier à vis (BRN1)	BOTTIN_DVC	BORNIER_2VIS	BORNIER_2VIS
Connecteur lampe (J2)	CONNDVC	CONN-SIL2	CONN-SIL2
Interrupteur (SW1)	BOTTIN_DVC	INTERRUPTEUR	SPST_PACKAGE
Commutateur (SW2)	BOTTIN_DVC	COMMUTATEUR	CONN-SIL3

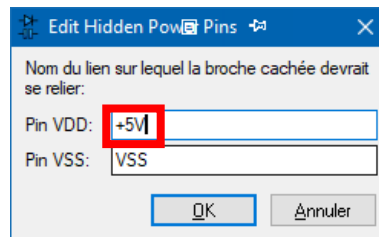
Les empreintes/packages **en gras** sont celles à modifier dans les propriétés des composants ('**PCB Package**')
une fois ceux-ci en place sur votre schéma

Une particularité pour le composant **U₁** : ses broches d'alimentation n'apparaissent pas sur le schéma. En effet, celles-ci sont cachées car leur valeur par défaut convient la plupart du temps. Toutefois dans notre cas, vous allez devoir effectuer une modification.

Editez les propriétés de **U₁** et cliquez sur le bouton '**Pins cachées**' :



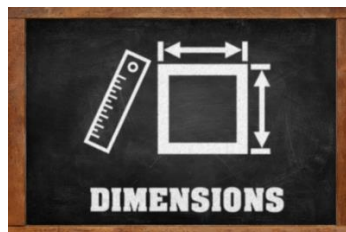
Puis dans la petite fenêtre qui apparaît, devant le texte '**Pin VDD**', remplacez le label '**VDD**' par '**+5V**' :



L'étape de la saisie du schéma n'est pas une étape compliquée, mais il ne faut rien oublier. Prenez le temps de vérifier plusieurs fois vos composants, vos connexions, vos labels...

Je vous conseille vivement de faire contrôler votre schéma par un enseignant avant de poursuivre vers le routage de la carte.

Dimensions de la carte :



Comme pour le tutoriel, vous avez besoin de connaître le nombre de broches de l'ensemble de vos composants. Commencez par tracer (couche **Board Edge**) une carte assez grande et placez (en automatique) tous les composants sans contraintes ni règles pour déterminer le nombre de broches total (Fichier > informations sur le circuit).

Une fois le calcul de la seconde dimension effectué, ajuster la taille de la carte avant d'entreprendre le placement des composants.

Pour cela, respectez les données suivantes :

- La carte doit être de forme « rectangulaire » et une de ses dimensions fait 3 pouces.
- La densité de brochage doit atteindre (ou dépasser) 11,9 broches/pouce².

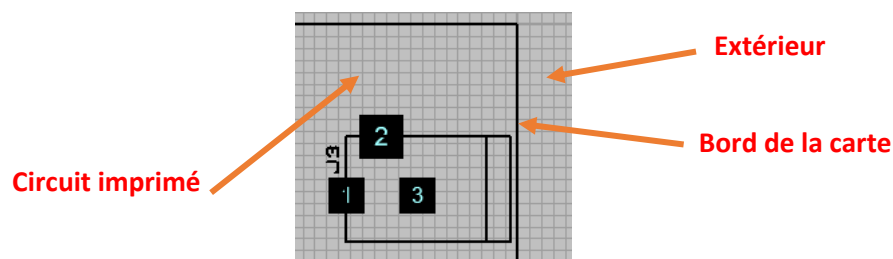
Placement des composants :



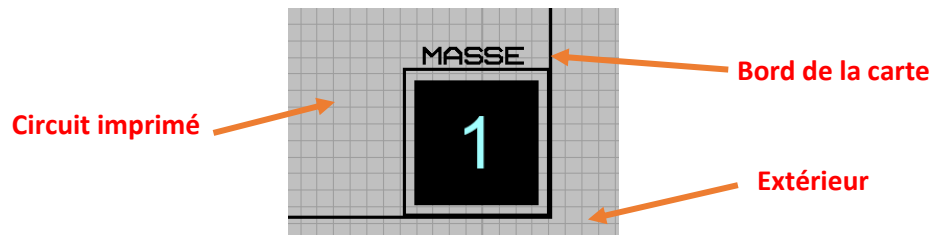
CONTRAINTES DE PLACEMENT (CAHIER DES CHARGES DE LA CARTE)

Le placement des composants doit se faire en **mode manuel** pour garantir au mieux le respect des contraintes :

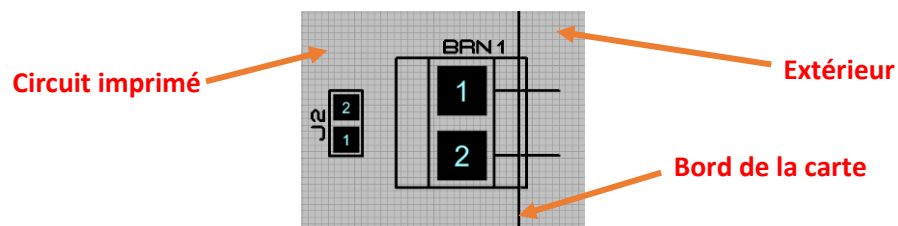
- Tous les composants doivent être placé côté 'top' ('Component Side').
- U_1 est le cerveau de notre carte, il convient donc de lui donner une position centrale sur le circuit imprimé.
- Placer correctement les condensateurs de découplage. C_2 doit au plus près des broches d'alimentation du circuit U_1 (à repérer au préalable donc puisqu'elles n'apparaissent pas sur le symbole du composant → rechercher dans les premières pages de la documentation du microcontrôleur PIC16F18446 ou sur l'empreinte du composant).
- Le module 'DC' (alimentation jack continue de 12V) doit permettre d'alimenter la carte avec un chargeur secteur. Il doit donc être placé sur un bord de la carte avec le connecteur jack parfaitement accessible par l'extérieur. Vous pouvez le placer sur n'importe quel bord mais il doit être positionné comme l'illustre la figure ci-dessous :



- Le point test de masse 'MASSE' doit être positionné **dans un angle** de la carte comme nous le montre la figure de la page suivante :



- Les capteurs infrarouges (U_2 et U_3) doivent être également placés en bordure de carte. Ils doivent être éloignés l'un de l'autre d'environ 25mm.
- Les LED (**LED2** et **LED3**) doivent être positionnées à proximité des capteurs infrarouges (**LED2** pour U_2 et **LED3** pour U_3).
- Le bornier à vis (**BRN1**) et le connecteur à 2 broches (**J2**) doivent être positionnés sur un bord de la façon indiquée par la figure de la page suivante :

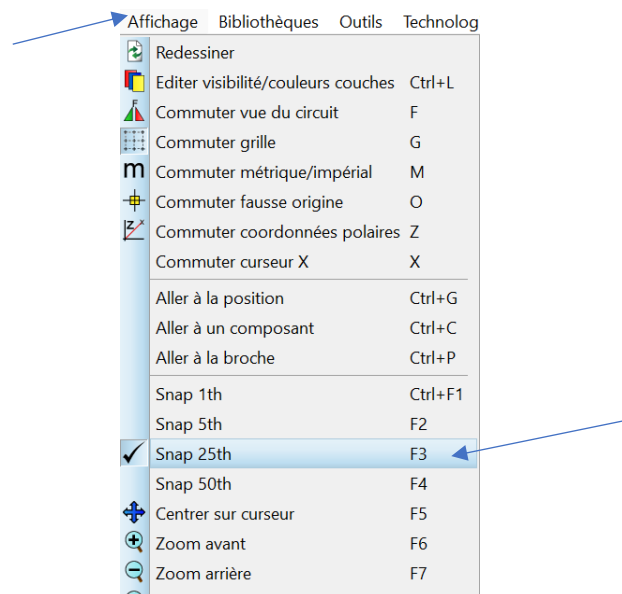


(Les numéros des broches ne sont pas représentatifs de la réalité, il faut simplement qu'il n'y ait pas de croisements)

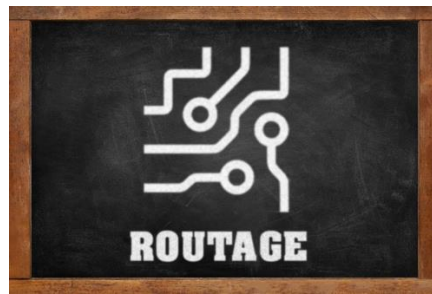
- La LED '**LED4**' doit être à proximité du bornier '**BRN1**'.
- Les interrupteurs '**SW1**' et '**SW2**' peuvent être positionnés librement sur la carte, mais ils doivent tous restés parfaitement accessibles pour l'utilisateur. Vous ne devez pas les coller contre des composants.
- La LED '**LED1**' doit être à proximité de l'interrupteur '**SW1**'.
- Les points test '**TP1**' à '**TP11**' doivent être placés proches (mais accessibles par une sonde d'oscilloscope) des composants destinés à être testés (cf. schéma). ATTENTION, ces points tests seront des « pointes ». Ne les mettez pas trop près des éléments qui doivent être manipulés par l'utilisateur (ex : interrupteur) afin de ne pas se blesser les doigts.

CONSEILS DE PLACEMENT


- Pour faire un placement optimal, vous devez travailler avec **votre** schéma structurel sous les yeux ! Imprimez-le si possible et sinon consultez-le régulièrement au fur et à mesure que vous placez vos composants. En dehors des contraintes de placement précédemment énoncées, le reste des composants doit être placés en observant ce schéma.
- Votre grille doit être en **th** et pas en mm (**m**).
- Réglez votre pas de grille sur **25th** via le menu '**Affichage**' (onglet 'Circuit imprimé') ou avec la touche '**F2**' :

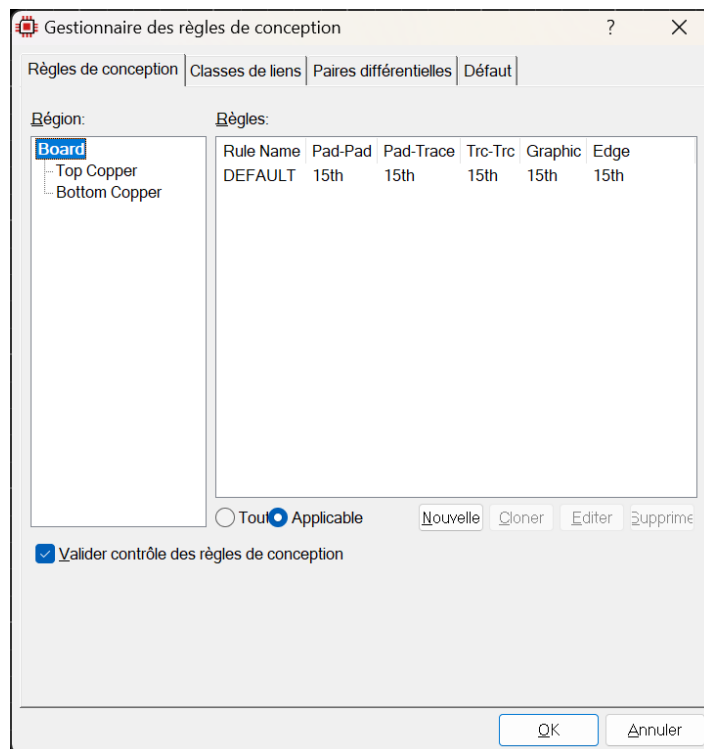


Routage de la carte :

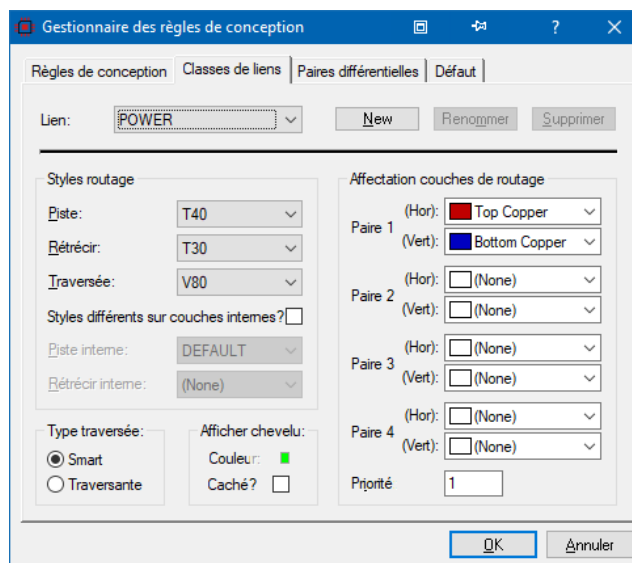


CONTRAINTES DE ROUTAGE (CAHIER DES CHARGES DE LA CARTE) :

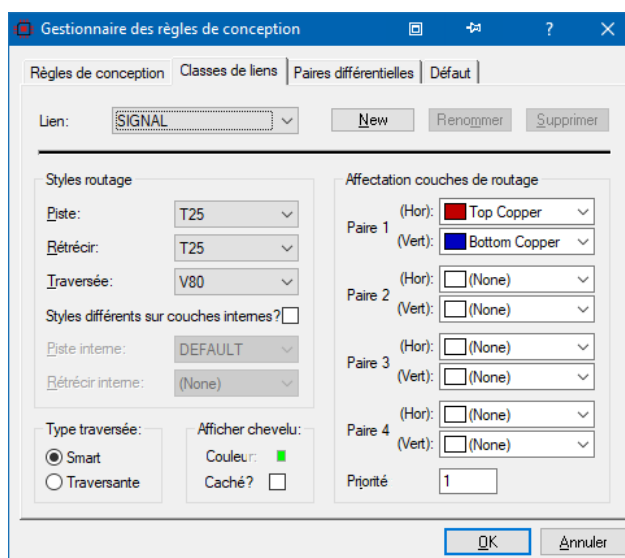
- La carte est en simple face :
 - Composants uniquement du côté '**Top**' (Couche 'Component Side' de couleur cyan)
 - Pistes de cuivre uniquement côté '**Bottom**' (Couche 'Bottom copper' de couleur bleue)
 - Straps en fil de cuivre uniquement côté '**Top**' (Couche 'Top copper' de couleur rouge)
 - Indications (labels, noms, groupe...) sont côté '**Bottom**' (Couche 'Bottom copper' de couleur bleue)
- Avant de commencer le tracé des pistes, il est **absolument nécessaire** de fixer les règles de conception (). Dans la fenêtre dédiée, vous devez :
 - i. Dans l'onglet '**Règles de conception**', veuillez régler les valeurs suivantes :



- ii. Dans l'onglet '**Classes de liens**', régler la largeur des pistes d'alimentation (lien **POWER**) sur 40th (**T40**), le rétrécissement sur 30th (**T30**) et les traversées sur 80th (**V80**) conformément à la figure de la page suivante.



- iii. Dans l'onglet '**Classes de liens**', régler la largeur des pistes d'alimentation (lien **SIGNAL**) sur 25th (**T25**), le rétrécissement sur 25th (**T25**) et les traversées sur 80th (**V80**) conformément à la figure de la page suivante.



- **Tous les composants seront soudés du côté 'Bottom'.** Veillez donc à ce qu'il n'y ait **que des pistes bleues** arrivant sur les pastilles des composants (même si ces dernières peuvent être de couleur magenta).

Remarque : vous pouvez, si vous le désirez, utiliser la technique qui consiste à ajouter des cadres sur la couche '**Keepout**' pour éviter ainsi d'oublier ces contraintes de routage. Veuillez-vous reporter au document de formation CAO pour revoir la démarche.



- Vous êtes autorisé à avoir un **maximum de 5 straps sur votre carte.**

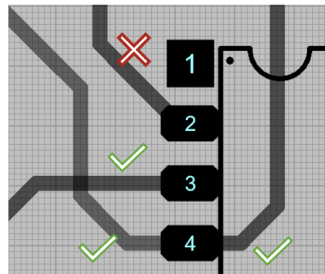
Rappel sur les straps : Lorsque vous êtes coincé, qu'il vous semble qu'il n'y ait aucun chemin possible pour contourner des pistes 'Bottom' gênantes, vous pouvez réaliser un 'strap'. Vous double-cliquez pour passer côté 'Top', vous tracez le strap (piste rectiligne) et vous double-cliquez à nouveau pour terminer le strap en repassant côté 'Bottom'.

ATTENTION, un strap :

- Doit être rectiligne (aucun changement de direction)
- Doit être horizontal ou vertical mais en aucun cas en diagonale
- Ses pastilles sont distinctes des pastilles des composants. Vous ne pouvez ni commencer, ni finir un strap sur une pastille de composant.



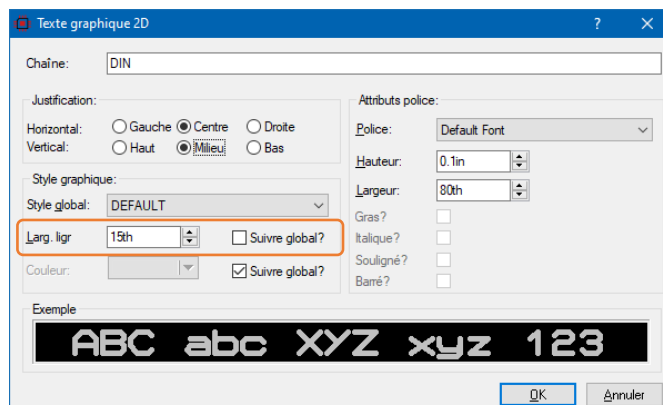
- **Sous le circuit intégré traversant U₁, vous pouvez faire cohabiter 3 pistes maximum en parallèle. Sous une résistance ou une diode 4 pistes maximum et sous un condensateur d'empreinte ou une inductance 1 piste uniquement.**
- Veillez à ne jamais arriver en diagonale sur les pastilles du circuit intégré U₁ ou sur un connecteur (exemple : J2, SW2, MOD1...) :



- **Annotations côté 'Bottom'** : L'idée est d'ajouter un maximum d'informations dans la limite de la place disponible afin de rendre l'usage de la carte plus clair pour l'utilisateur :
 - Ajout de vos noms de binômes et de votre groupe.
 - Ajout de '**MASSE**' au niveau du point test de masse.
 - Ajout de '**12V**' au niveau du connecteur d'alimentation '**DC**'.
 - Ajout de '**MODE**' au niveau du commutateur SW2.
 - Ajout de '+', '-' au niveau du bornier de la lampe '**BRN1**' en prêtant attention à leurs positions respectives.
 - Ajout de '**TP1**' jusque '**TP11**' à côté de chaque broche de test.

Remarque : Vous serez probablement amené à déplacer légèrement certaines pistes pour pouvoir placer toutes vos annotations.

De plus, régler la **largeur de ligne** de chaque texte sur **15th** au moins (cf. figure ci-dessous) !!



FABRICATION DE LA CARTE : TIRAGE, PERÇAGE ET SOUDURE



Vous pourrez ensuite passer à la phase de réalisation pratique, **après avoir fait contrôler votre routage par un enseignant**. Pour cela :

- Imprimer votre typon '**Bottom**' sur un **calque** (format **A5** sur l'imprimante disponible '**imprimur1**' avec alimentation manuelle '**bypass**') avec uniquement les couches '**Bottom Copper**' et '**Board Edge**' et sans faire de miroir.
- Puis effectuer toutes les étapes nécessaires pour obtenir votre circuit imprimé **avec l'aide d'un enseignant ou d'un technicien** : insolation, révélation, gravure.
- Surtout ne pas oublier de **frotter votre carte à l'alcool suffisamment** avant de souder.
- Percer (**toutes les pastilles carrées en 1mm et tous les autres en 0,8mm**) votre carte
 - Le bornier à vis, la diode et le connecteur DC : **foret de 1,2mm**
 - Toutes les autres pastilles de forme carrée : **foret de 1mm**
 - Tout le reste : **foret de 0,8mm**
- Contrôler certaines pistes au multimètre si leur continuité vous semble douteuse. Si nécessaire, appliquez un peu de soudure pour réparer.
- Pour la soudure, respecter au maximum cet ordre :
 - Souder tout d'abord tous les straps. Utiliser du fil isolé pour cela que vous dénudez uniquement aux extrémités.
 - Souder ensuite toutes les résistances.
 - Souder le support du circuit intégré **U₁** en plaçant correctement son encoche.
 - Souder tous les points test (**TP1 à TP11**) en utilisant un connecteur mâle à 1 broche (le côté le plus long et le plastique doivent être du côté 'Top')
 - Souder les LED. **ATTENTION A LEUR SENS**
 - Souder ensuite (peu importe l'ordre) le régulateur de tension (**ATTENTION A SON SENS**), le capteur de lumière (**ATTENTION A SON SENS**), le transistor MOSFET (**ATTENTION A SON SENS**), les capteurs infrarouges (**ATTENTION AU SENS**) et les condensateurs C1 et C3 (**ATTENTION AU SENS**)
 - Souder alors le reste des composants.