

Éclairage pour Vélo avec autonomie



Université François-Rabelais de Tours  
Institut Universitaire de Technologie de Tours  
Département Génie Électrique et Informatique Industrielle



## Éclairage pour Vélo avec autonomie

Jean TODESCO et Trystan ROUZE  
2ème année Q2  
Promotion 2009/2011

Enseignants  
M. Thierry LEQUEU  
M. Patrick PAPAZIAN



# Sommaire

<b>Introduction .....</b>	<b>6</b>
<b>1 .1 . Présentation du projet .....</b>	<b>7</b>
1.1.Cahier des charges:.....	7
1.2.Schémas fonctionnels du système.....	8
1.3. Analyse technique du projet.....	10
1.4.Parties déjà réalisées.....	10
1.5.Parties modifiées.....	12
<b>2 .2 . Étude théorique et déroulement des tests .....</b>	<b>13</b>
2.1.Étude théorique.....	13
2.2.Test.....	19
2.3.Schémas de principes et réalisations.....	21
2.4.Nomenclature.....	24
<b>Conclusion .....</b>	<b>27</b>
<b>Résumé .....</b>	<b>28</b>

## Introduction

Dans le cadre du cours d'études et réalisation du semestre 3, il nous est proposé de réaliser un projet. Parmi les différents proposés nous avons choisi de reprendre un projet existant : l'éclairage pour vélo avec autonomie.

Le projet existant comporte deux cartes. La carte arrière sert à obtenir une tension continue à partir d'une dynamo afin de recharger une batterie, laquelle alimente le circuit d'éclairage arrière. La carte avant elle, est alimentée à partir de la batterie, elle comporte une LED de puissance pour l'éclairage avant et une alimentation USB +5V. Notre projet consistera à modifier et optimiser la carte arrière.

Dans une première partie nous présenterons l'analyse fonctionnelle et le cahier des charges de notre projet, puis nous ferons l'étude théorique et expliquerons le déroulement des tests ainsi que le bilan du projet en décrivant les problèmes rencontrés dans une deuxième partie. Enfin dans une dernière partie, nous finaliserons le projet.

# 1 . Présentation du projet

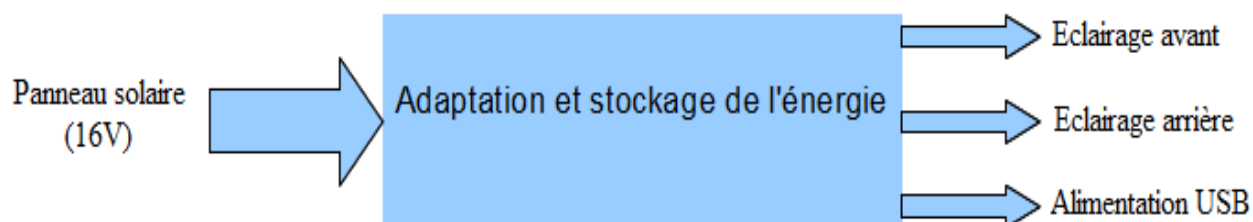
Notre projet porte donc sur l'optimisation d'une carte d'un projet existant. Néanmoins de nombreuses modifications y ont été apportées. Tout d'abord, le mode d'alimentation de la batterie se faisait par le redressement d'une tension obtenue par une dynamo, ce qui prenait beaucoup de place sur la carte étant donné le nombre de condensateurs chimiques nécessaires. Nous avons donc opté pour une charge de batterie par panneau photovoltaïque qui est une technologie en expansion qui nous donne l'avantage de libérer beaucoup de place sur la carte même si le panneau est plus volumineux qu'une dynamo. Aussi, l'éclairage arrière n'était constitué que d'une LED clignotante, et nous avons choisi de réaliser un éclairage avec une LED à lumière fixe et deux clignotants directionnels commandés par des interrupteurs.

## 1.1. *Cahier des charges:*

- Créer un éclairage arrière fixe et clignotants directionnels.
- Contrôle de l'éclairage arrière par interrupteurs.
- Alimentation générale (éclairages) sur batterie 12V continu.
- Batterie rechargeable par alimentation photovoltaïque. Mise en place d'un panneau solaire.
- Mise en place d'un système de prévention de décharge de la batterie.
- Optimisation de la consommation en énergie, mise en place d'interrupteurs marche/arrêt.
- Optimisation au vélo de la taille de la carte .
- Adaptation à un support standard de bidon à eau sur les vélos.

## 1.2. Schémas fonctionnels du système

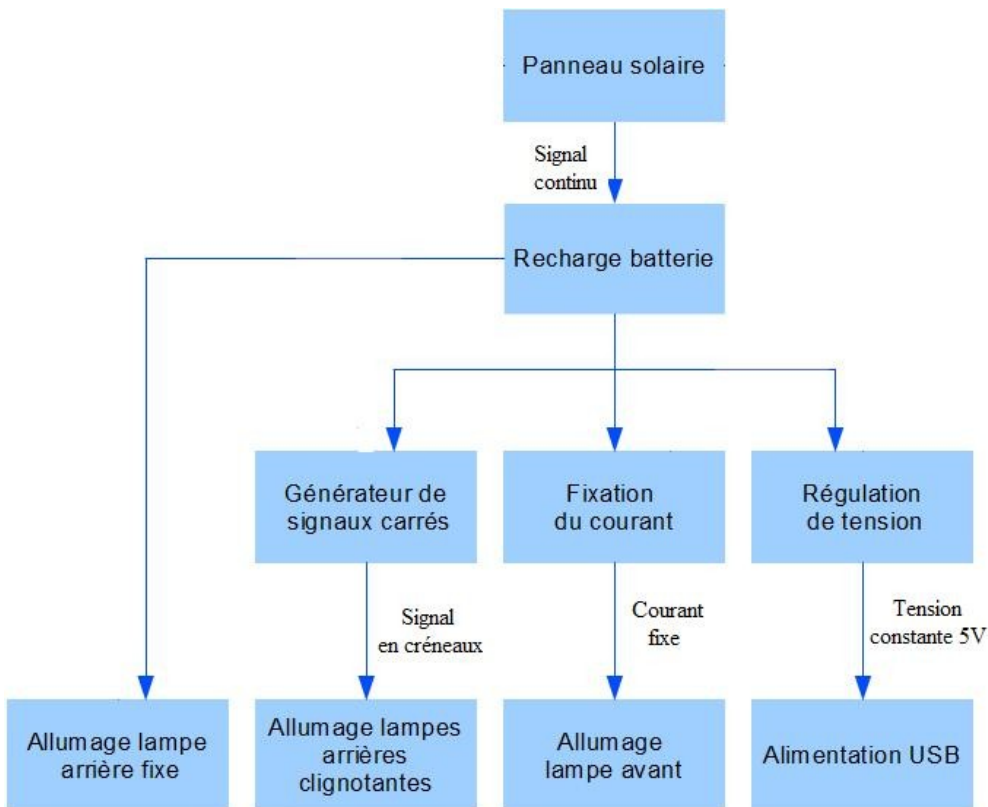
*Schéma fonctionnel de niveau 1 :*



Le système éclairage à L.E.D pour vélo avec autonomie permettra à partir d'un signal d'entrée continue d'allumer quatre lampes et d'alimenter un port USB.

*Schéma fonctionnel de niveau 2 :*





Analyse fonctionnelle : le panneau solaire délivre une tension continue. La tension permettra la recharge de la batterie si nécessaire. L'alimentation du montage se fera donc, soit à partir du panneau solaire, soit à partir de la batterie.

Nous alimenterons :

- Un oscillateur qui fournira un signal en créneaux, ce qui permettra de faire clignoter deux lampes arrières.
- Un driver à L.E.D<sup>1</sup> fournissant un courant constant qui alimentera la lampe avant.
- Un régulateur de tension qui fournira les 5V de l'alimentation U.S.B.
- Une lampe arrière

---

<sup>1</sup> **LED** (de l'anglais *light-emitting diode*), est un composant électronique capable d'émettre de la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant électrique. Une diode électroluminescente ne laisse passer le courant électrique que dans un seul sens.

### **1.3. Analyse technique du projet**

Le panneau photovoltaïque fournit une tension continue variable en fonction de la luminosité qu'il reçoit. Cette tension est comparée à l'aide d'un montage comparateur (AOP monté en régime de saturation, et diode zener pour créer le seuil de comparaison) afin que la batterie ne subisse pas de surtension lors de sa charge. Pour cela un transistor ouvre le circuit si la tension dépasse les 12V. [2]

La batterie, rechargée par le panneau photovoltaïque si nécessaire, alimentera :

- Les AOP<sup>2</sup> présents sur la carte, le premier servant à empêcher les surtension dans la batterie, le deuxième à prévenir par un buzzer la faible tension de la batterie, le troisième coupant l'alimentation de la carte par l'intermédiaire d'un transistor, et le dernier étant un oscillateur (NE555) servant à faire clignoter les LED.
- Les LED (clignotants directionnels et éclairage fixe)
- La carte avant comprenant l'alimentation USB +5V et la LED de puissance.

### **1.4. Parties déjà réalisées**

La carte avant est déjà entièrement réalisée. L'éclairage avant est réalisé par une LED basse consommation (3W, 700mA) qui est très économique par rapport à une lampe classique. L'alimentation de cette LED est faite par le BuckPuck (700mA 3021/3023) qui est un driver à LED servant à adapter l'énergie. Ce composant a la particularité de fournir un courant fixe en sortie (en l'occurrence 700mA ici).

---

2 AOP : Amplificateur opérationnel, composant constitué principalement de transistors et pouvant être monté en comparateur ou en amplificateur.



*Illustration 1: LED 700mA [1]*

L'alimentation USB +5V a été réalisée à l'aide d'un régulateur de tension à découpage.



*Illustration 2: BuckPuck [1]*

L'alimentation la batterie provient de la tension alternative issue de la dynamo, redressée par un pont de 4 diode (pont de Graetz), lissée par 6 condensateurs 6800 $\mu$ F et élevée (car tension max 6V) par un hacheur BOOST.

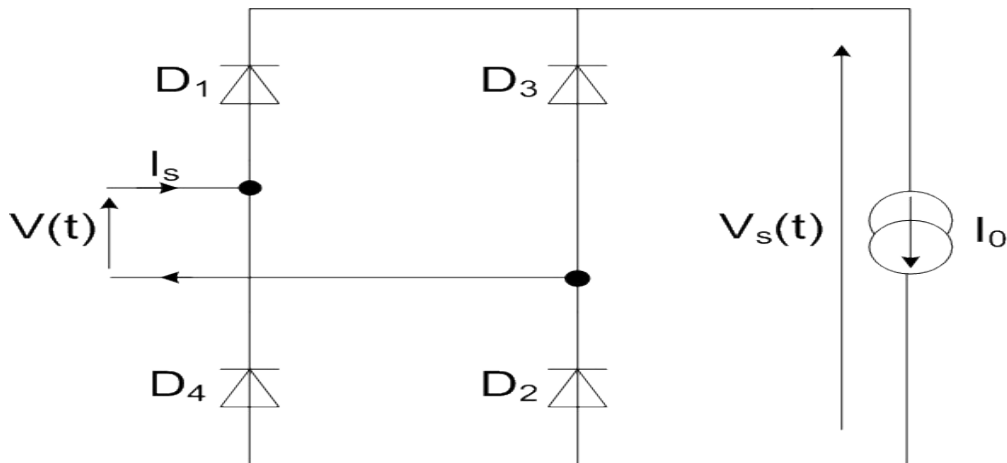


Illustration 3: Schéma de principe d'un Pont de graetz

Enfin, nous avons choisi de reprendre la même batterie pour le stockage de l'énergie, une batterie NiMH 1800mA, car son autonomie de plus 10 heures et largement suffisante pour un éclairage pour vélo.

### 1.5. Parties modifiées

Dans notre projet qui porte uniquement sur la carte arrière, la modification majeure était de remplacer l'alimentation de la dynamo par un panneau photovoltaïque. L'avantage de cette solution est de réduire considérablement la taille de la carte, encombrée précédemment par les nombreux condensateurs, et aussi d'enlever les frottements que la dynamo implique sur la roue. Néanmoins, le désavantage du panneau est qu'il prend de la place et le seul moyen pour le mettre sur un vélo est d'avoir un porte bagage sur celui-ci.

Nous avons choisi un panneau photovoltaïque [5] fournissant une tension continue variable 16V 2,1W sachant que la batterie se charge à 12V. Si l'on avait pris un panneau de tension inférieur à 12V nous aurions dû ajouter un montage élévateur qui aurait pris plus de place sur la carte (le but étant de minimiser la carte).

Nous avons aussi modifié l'éclairage arrière. Constitué à la base d'une LED clignotante, nous avons choisi de garder une LED à lumière fixe contrôlée par un interrupteur deux positions et d'ajouter deux clignotants directionnels contrôlés par un interrupteur trois positions (éteintes/ droite/ gauche)

Enfin la dernière petite modification consistait à remplacer une LED par un Buzzer qui prévient, à l'aide d'un montage comparateur, que la batterie a une tension inférieur à 9V.

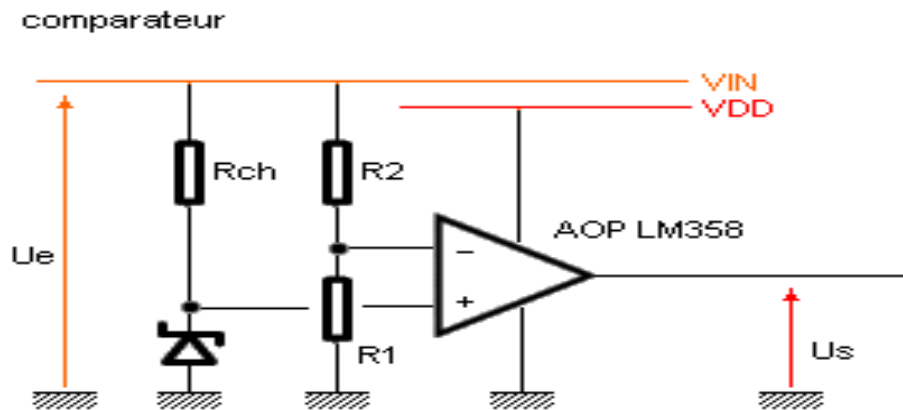


*Illustration 4: Buzzer KPEG200A  
[4]*

## **2 . Étude théorique et déroulement des tests**

### ***2.1. Étude théorique***

Pour réaliser le projet nous avons utilisé à trois reprises des montages comparateurs à AOP :



*Illustration 5: Modèle de comparateur*

Le principe est simple, on fixe une tension seuil grâce à la diode zener (pour nous 3V9) sur l'entrée + de l'AOP. On peut donc le qualifier de comparateur inverseur : tension d'entrée < tension de seuil  $\Rightarrow$  état haut en sortie du comparateur, et inversement on aura un état bas en sortie si la tension d'entrée > tension de seuil. La tension d'entrée variable étant adaptée par des résistance pour être comparée par rapport à la diode zener.

Pour prévenir que la batterie est chargée (12V) nous avons utilisé un A.O.P en comparateur dont la sortie doit être éteinte quand on atteint le seuil de 12V et ainsi couper le transistor Q3.[3]

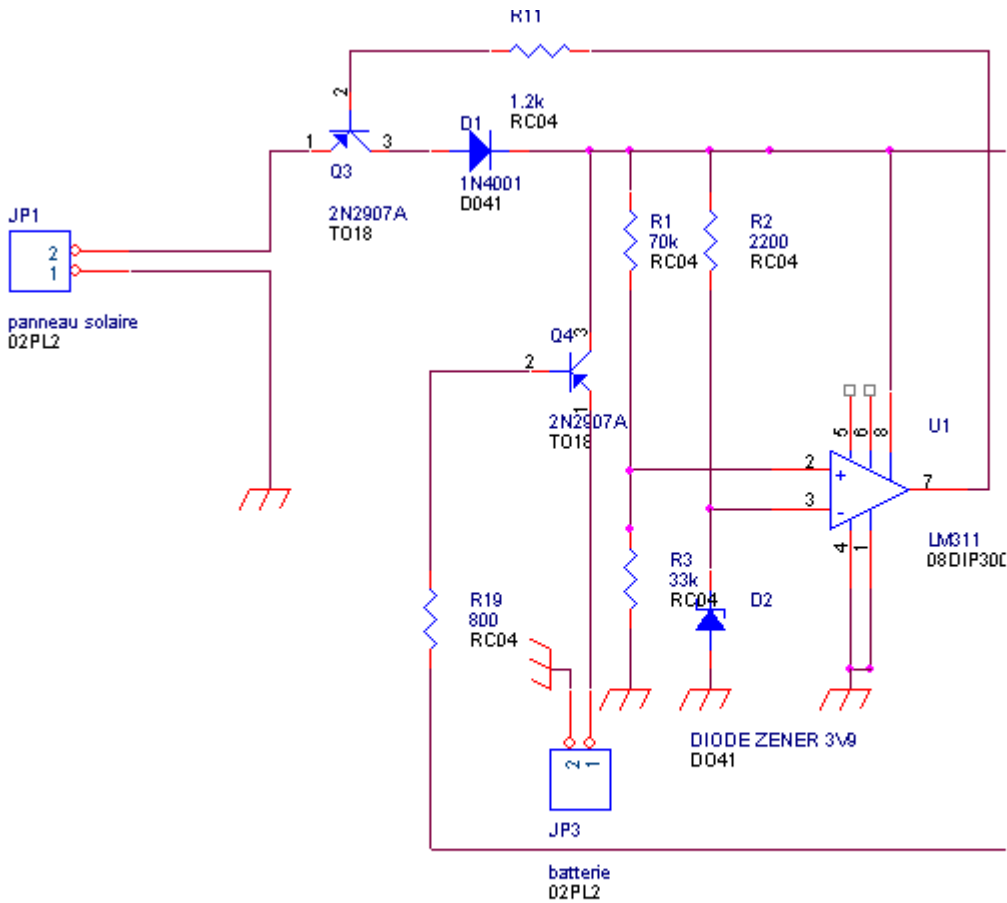


Illustration 6: Schéma de principe du comparateur 1 [6]

Nous avons fixé grâce à une diode Zener la tension de l'entrée - à 3,9V. Pour que la sortie du comparateur soit à 0V et qu'un courant circule ainsi dans la branche, il faut que la tension de l'entrée + soit supérieure à celle de l'entrée -.

—

Nous avons calculé les résistances R1 et R3 en fonction du seuil choisi.  
 $V+ = V_{bat} * R3 / (R3 + R1)$

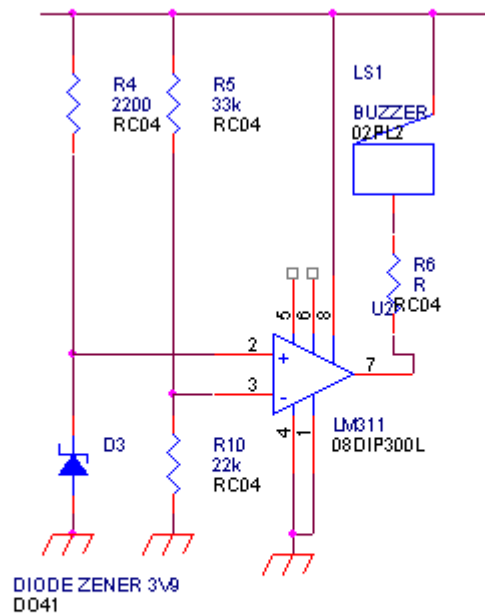
Nous voulons que à 12V, V+ soit égale ou inférieure à V- = 3,9V.  
 Donc  $V- / V_{bat} = R3 / (R3 + R1) = 3,9 / 12$

Nous avons fixé R3 à 33kΩ et calculé R1 en fonction.

$$R1 = R3 * (12/3,9) - R3$$

Nous trouvons  $R1 = 68538\text{k}\Omega$ . Nous prenons donc  $R1 = 70\text{k}\Omega$ , ce qui correspond à la valeur normalisée la plus proche.

Pour prévenir que la batterie est faible (9V) nous avons utilisé un A.O.P en comparateur dont la sortie doit être alimentée quand on atteint le seuil de 9V et faire sonner le buzzer.



*Illustration 7: Schéma de principe du comparateur 2 [6]*

Nous avons fixé grâce à une diode Zener la tension de l'entrée + à 3,9V. Pour que la sortie du comparateur soit à 0V et qu'un courant circule ainsi dans la branche, il faut que la tension de l'entrée soit supérieure à celle de l'entrée +.

Nous avons calculé les résistances R5 et R10.



$$V_- = V_{bat} \cdot R_{10} / (R_5 + R_{10})$$

Nous voulons que à 9V,  $V_-$  soit égale ou inférieure à  $V_+ = 3,9V$ .

$$\text{Donc } V_- / V_{bat} = R_{10} / (R_5 + R_{10}) = 3,9 / 9.$$

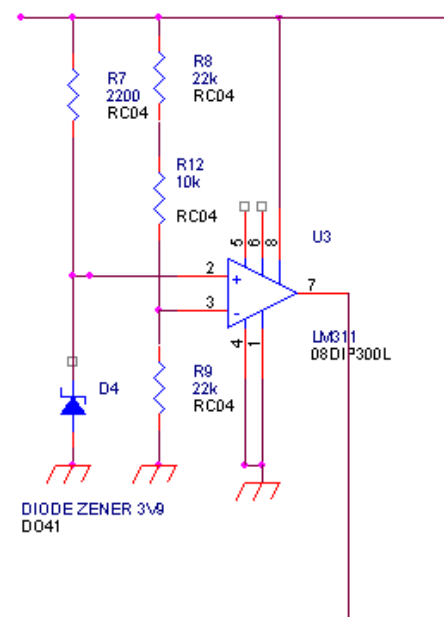
Nous avons fixé  $R_{10}$  à  $22\text{k}\Omega$  et calculé  $R_5$  en fonction.

$$R_5 = R_{10} \cdot 9 / 3,9 - R_{10}$$

$$R_5 = 28,76\text{k}\Omega$$

Nous prenons donc  $R_5 = 33\text{k}\Omega$ .

Le principe du montage pour empêcher la batterie de se décharger à 8V est le même. Mais la sortie du comparateur commande un transistor PNP dont l'émetteur est relié à  $V_{bat}$  et le collecteur à la lampe arrière clignotante et à la carte avant.



*Illustration 8: Schéma de principe du comparateur 3 [6]*

Nous avons donc fixé la tension d'entrée  $V_+$  à  $3,9V$ , toujours grâce à une diode Zener. Nous voulons, cette fois que à 8V,  $V_-$  soit égale ou inférieure à  $V_+ = 3,9V$ .

$$\text{Donc } V_- / V_{bat} = R_9 / (R_8 + R_9) = 3,9 / 8 = 0,45.$$

Nous avons fixé R9 à 22kΩ et calculé R8.

$$R8=22*10^3*8/3,9-22*10^3=23,12 \text{ k}\Omega .$$

Nous avons donc comme pris une résistance normalisée de 22kΩ en série avec une résistance variable de 10 kΩ.

## 2.2. Test

Après avoir fait l'étude théorique du projet et réalisé notre carte, nous avons soudé chaque étage et les avons testés l'un après l'autre.

Le premier test s'est fait sur le montage comparateur destiné à empêcher d'alimenter la batterie à plus de 12V en coupant le circuit par l'intermédiaire d'un transistor si la tension du panneau dépasse cette tension consigne.

Pour cela, nous avons placé une LED témoin, en série avec une résistance, alimentée par en 16V continu (représentant la tension du panneau photovoltaïque) et alimenté la carte par une autre tension continue (représentant la batterie). Nous avons fait varier la tension de la batterie, et quand elle dépasse les 11,5V le circuit est coupé par le transistor et la LED témoin s'éteint.

Nous avons donc bien le fonctionnement attendu, illustré par les photos ci-dessous, avec néanmoins une erreur de 500mV sur la tension de seuil attendu et 12V.



*Illustration 9: Test pour une tension  $V_{bat} < V_{seuil}$  [6]*



*Illustration 10: Test pour une tension  $V_{bat} = V_{seuil}$  [6]*

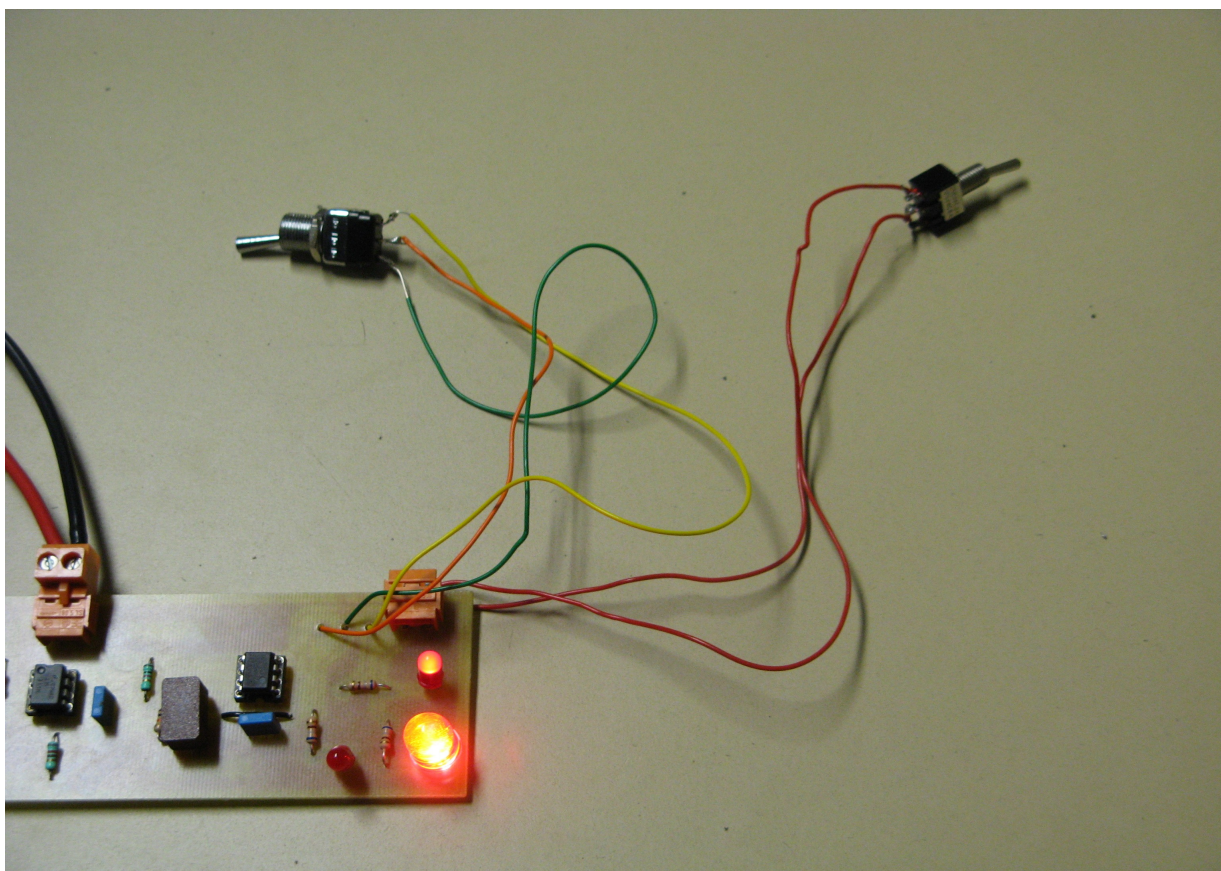
Le second test s'est fait sur le deuxième montage comparateur destiné à avertir que la tension de la batterie passe en dessous de 9V par l'intermédiaire d'un buzzer.

Ce test se fait tout simplement avec les mêmes générateurs que précédemment, un pour simuler le panneau solaire, l'autre pour simuler la batterie, quand la tension de ce deuxième passe la barre des 8,6V le buzzer sonne.

Ce test est donc tout aussi concluant que le premier avec là aussi une erreur de 400mV sur la valeur de seuil attendue de 9V.

Le troisième test, portant sur le troisième montage comparateur, consistait comme le premier à voir, par l'intermédiaire d'une LED, si un transistor PNP coupait bien le circuit si la tension de batterie descendait sous les 8V. Ce test n'a pas été concluant car le transistor aurait du être shunté<sup>3</sup> par un interrupteur afin d'avoir le fonctionnement désiré, ce que nous n'avions pas pris en compte sur notre carte.

Nous avons pu réaliser les derniers tests qui nous ont permis de vérifier le fonctionnement de l'oscillateur NE555 et le contrôle de l'allumage des LED par les interrupteurs.



*Illustration 11: Tests du NE555 et des interrupteurs [6]*

---

3 Faire un court-circuit

### 2.3. Schémas de principes et réalisations

Nous avons réalisé les schémas de principe sur Capture (Orcad).

Carte avant :

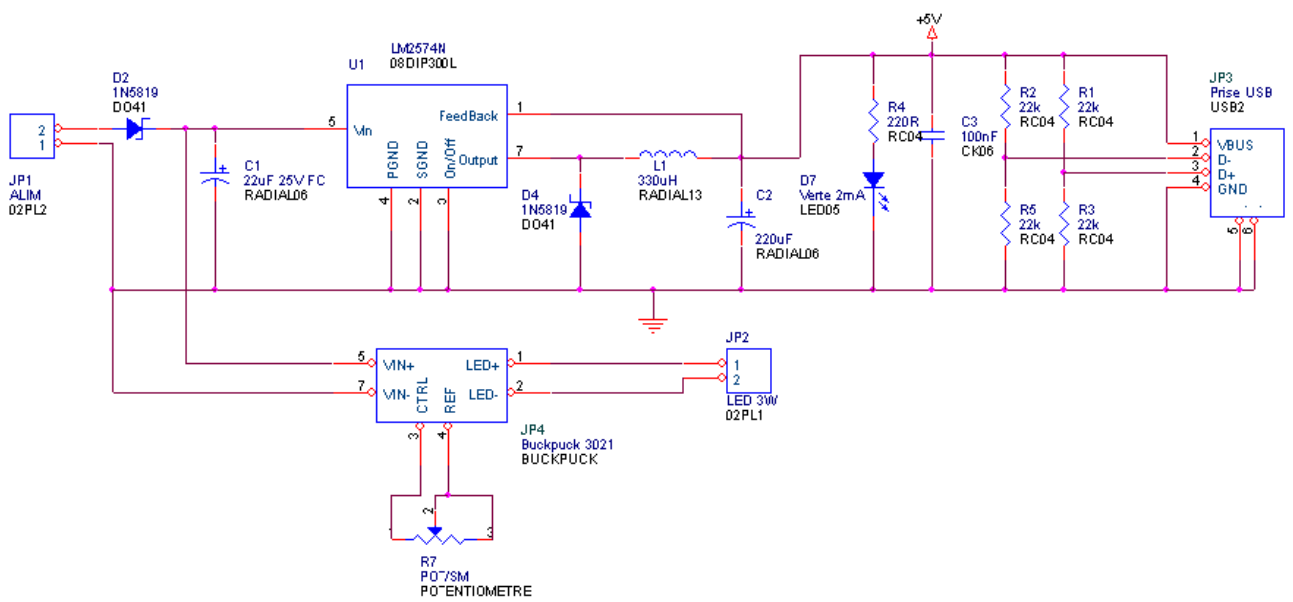


Illustration 12: Schéma de principe de la carte avant [1]

Carte alimentation : par manque de place et par souci de visibilité nous avons coupé le schéma structurel en deux parties.

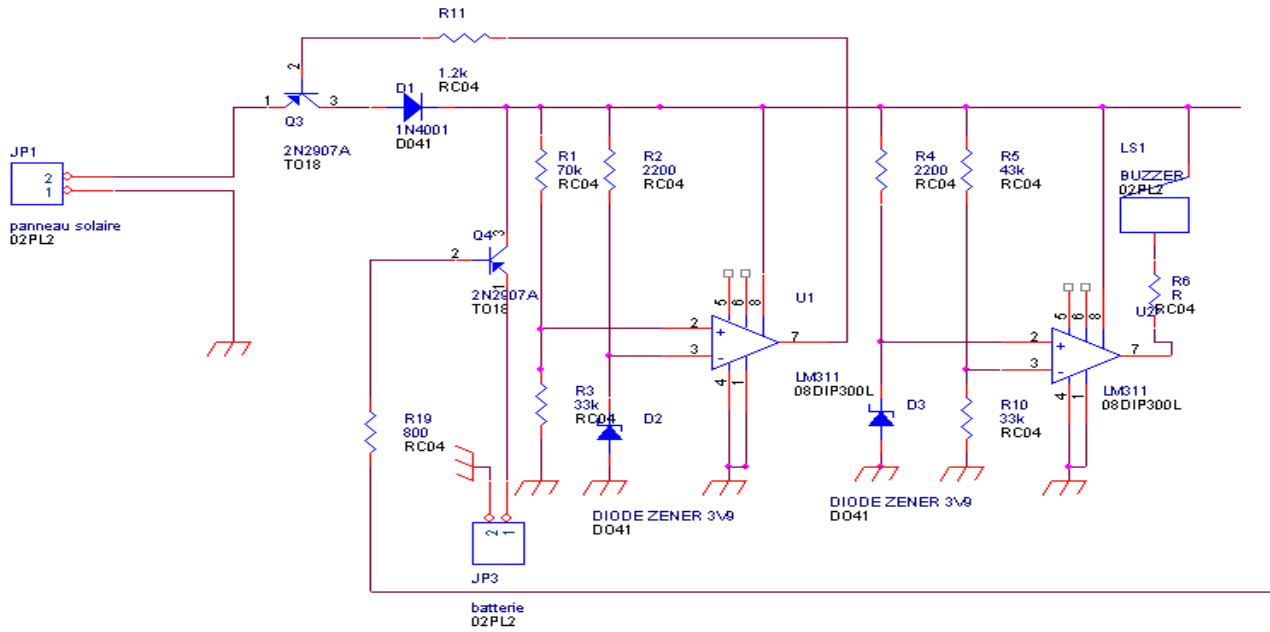


Illustration 13: Schéma structurel de la carte d'alimentation (1) [6]

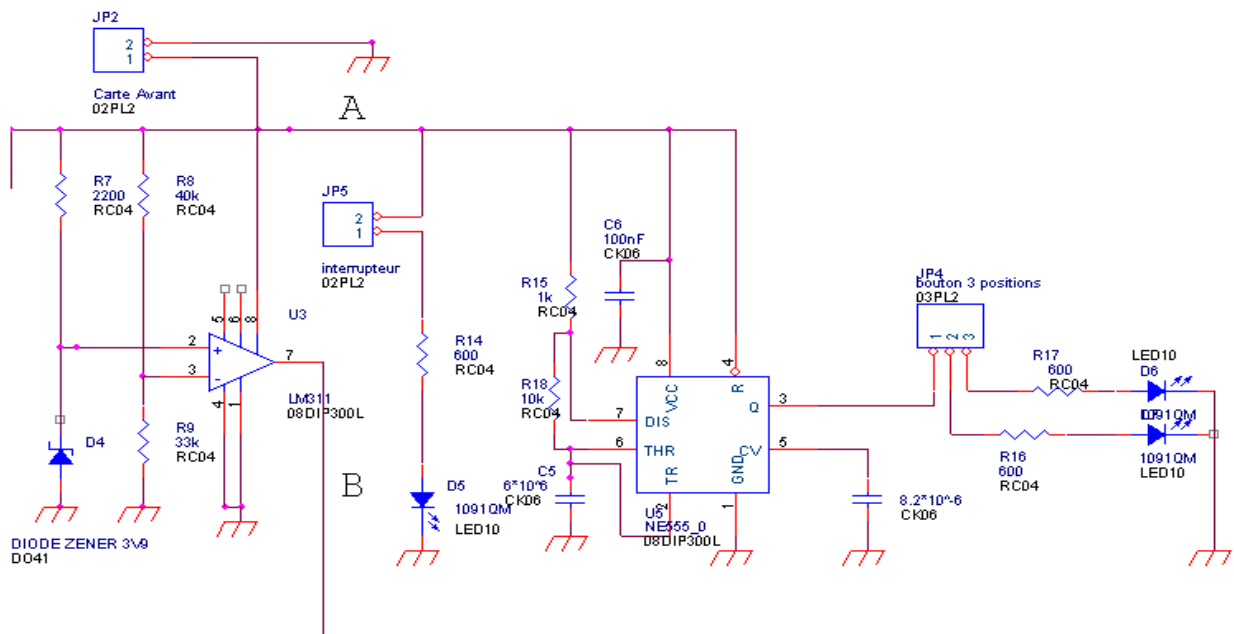


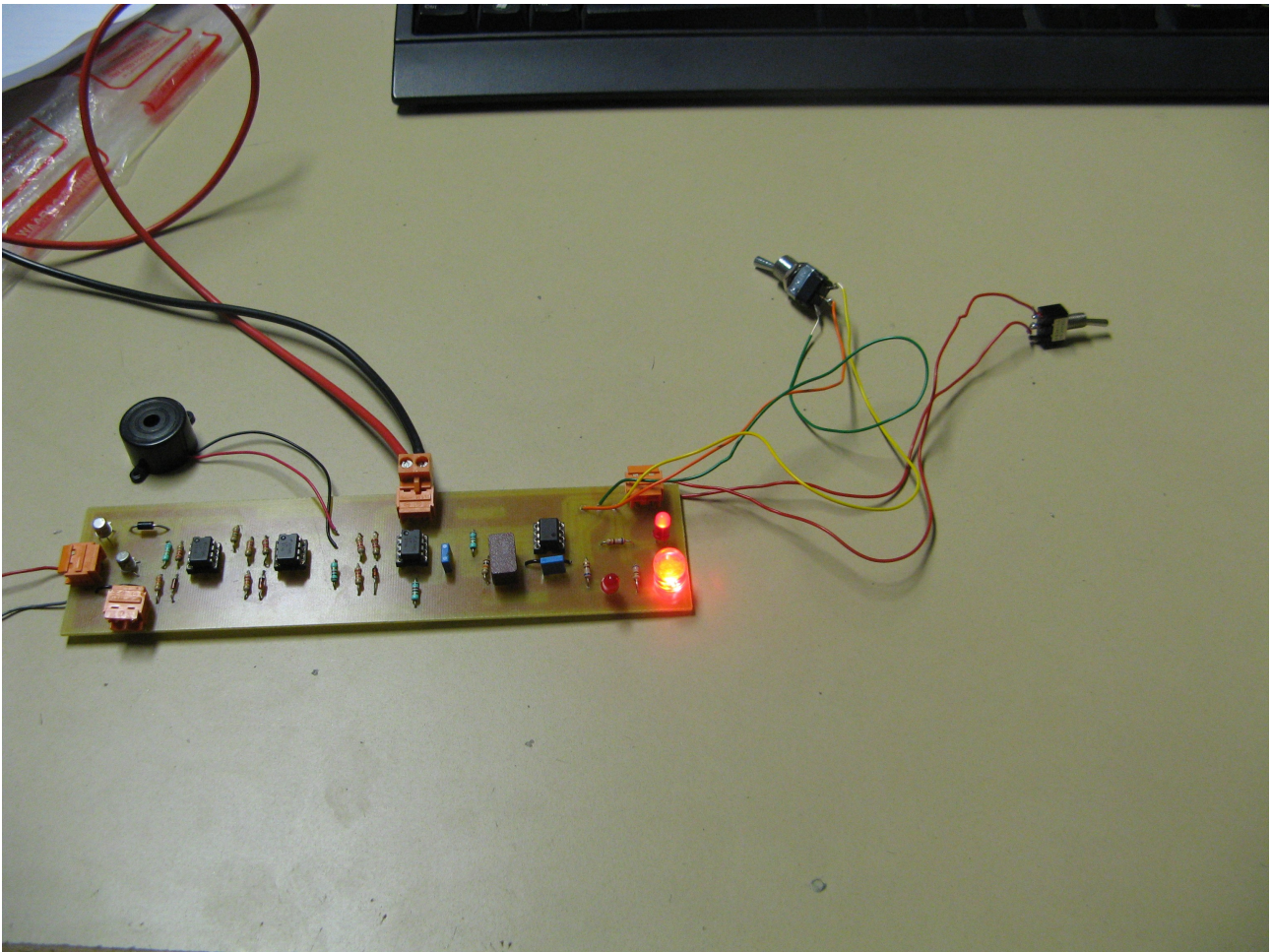
Illustration 14: Schéma structurel de la carte d'alimentation (2) [6]

Nous avons ensuite réalisé le routage sur layout (Orcad). Nous avons testé la carte avant. La carte avant fonctionne, l'alimentation USB, ainsi que l'éclairage réalisé par la L.E.D de puissance correspondent à nos attentes.

Puis nous avons réalisé la carte arrière. Nous avons testé les fonctionnements des comparateurs en leur appliquant une tension continue à la place de la batterie et du panneau solaire. Nous avons donc pu tester les seuils de commutation des comparateurs. Et nous avons obtenu le fonctionnement désiré.



*Illustration 15: Panneau solaire [6]*



*Illustration 16: Carte arrière complète [6]*

## 2.4. Nomenclature

Nom du composant	Nombre	valeur
Condensateur	1	8,2 $\mu$ F
Condensateur	1	6,0 $\mu$ F
Condensateur	1	100nF
Diode	1	1N4001
Diode zener	3	3V9
LED	3	—



Borniers	5	–
Buzzer	1	KPEG200A
Résistance	1	70k
Résistances	3	1620 ohms
Résistances	3	33k
Résistance	1	43k
Résistance	1	1,2k
Résistances	3	600 ohms
Résistance	1	1k
Résistance	1	10k
Résistance	1	800 ohms
AOP	3	LM311
Oscillateur	1	NE555

## Planning prévisionnel et réel

Planning prévisionnel 
 Planning réel X
 
 Vacances

Semaines	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3
Tâches																		
Réalisation du planning et du cahier des charges	X	X																
Étude théorique du panneau PV			X	X														
Étude feux arrières clignotants					X			X										
Vacances																		
Schéma (Orcad)									X	X	X							
Réalisation du typon (Layout)												X	X					
Réalisation de la carte																		
Tests																X	X	X



## **Conclusion**

Nous avons, tout au long du semestre, mené notre projet d'études et réalisation. Celui-ci étant le premier travail se rapprochant le plus d'un projet professionnel, il nous a permis de mettre en œuvre nos connaissances théoriques acquises en électronique. Nous avons donc réalisé chaque étape ; de l'étude théorique à la réalisation propre de la carte, tests effectués et même la réalisation du dossier technique, qui est une étape à part entière dans le développement d'un projet professionnel.

Par manque de temps, nous n'avons pu finaliser le projet. La partie oscillateur reste à tester ainsi que le contrôle de l'allumage des LED par les interrupteurs. Il faut aussi l'adapter à un vélo. Notre idée pour cela était d'utiliser un bidon à eau pour mettre la carte à l'intérieur et d'installer les interrupteurs et l'éclairage grâce à un réseau de câblage important.

Nous remercions M. Thierry LEQUEU, notre professeur d'études et réalisation, qui nous a aidé à résoudre nos problèmes tout au long du projet.

## Résumé

Notre projet a donc consisté à réaliser un éclairage autonome pour vélo. Ce projet avait déjà été commencé le semestre dernier par un groupe de deux étudiants. Nous avons repris leur travail effectué sur la carte avant. Et nous avons réalisé la carte arrière en nous aidant de leur étude et de nos connaissances.

Nous avons réalisé plusieurs systèmes de comparateur permettant de stopper la charge et décharge de la batterie selon sa tension.

Nous avons ensuite utilisé un oscillateur et des interrupteurs afin de faire clignoter et de contrôler l'arrêt ou la marche des lampes arrières

Le projet n'est pas encore fini, par manque de temps nous n'avons pas pu réaliser tous les tests, cependant il nous reste un cours qui nous permettra d'achever notre projet. Mais il faut encore concevoir l'installation du projet pour un vélo.

## Index des illustrations

Illustration 1: LED 700mA [1].....	11
Illustration 2: BuckPuck [1].....	11
Illustration 3: Schéma de principe d'un Pont de graetz.....	12
Illustration 4: Buzzer KPEG200A [4].....	13
Illustration 5: Modèle de comparateur.....	14
Illustration 6: Schéma de principe du comparateur 1 [6].....	15
Illustration 7: Schéma de principe du comparateur 2 [6].....	16
Illustration 8: Schéma de principe du comparateur 3 [6].....	17
Illustration 9: Test pour une tension $V_{bat} < V_{seuil}$ [6].....	19
Illustration 10: Test pour une tension $V_{bat} = V_{seuil}$ [6].....	19
Illustration 11: Tests du NE555 et des interrupteurs [6].....	20
Illustration 12: Schéma de principe de la carte avant [1].....	21
Illustration 13: Schéma structurel de la carte d'alimentation (1) [6].....	22
Illustration 14: Schéma structurel de la carte d'alimentation (2) [6].....	22
Illustration 15: Panneau solaire [6].....	23
Illustration 16: Carte arrière complète [6].....	24



## **Bibliographie**

[1] **Étudiant GEII**, L. PRODHOMME, T. MICHAUD, *Éclairage à LED pour vélo, avec autonomie*, projet IUT GEII Tours, 2A-K3B, juin 2010.

[2] **ST microelectronic**, « Datasheet du LM311 ».

[3] **ST microelectronic**, « Datasheet 2N2907A »

[4] **Rsdelivers**, « Datasheet buzzer KPEG200A »

[5] **Conrad**, « [http://www.conrad.fr/webapps/\\_pdf/110466-an-01-fr-panne\\_sol.pdf/](http://www.conrad.fr/webapps/_pdf/110466-an-01-fr-panne_sol.pdf/) »

[6] **Schémas et photos réalisé par nos soins**



ANNEXE :

Annexe 1 : Buzzer KPEG200A : p35

Annexe 2 : Diode Zener : p36

Annexe 3 : Panneau solaire ASI-F2/12 : p37

Annexe 1 : Buzzer KPEG200A

Attributes

<b>Attribute Type</b>	<b>Attribute Value</b>
Type	Lugs flying lead
Dimensions	23Ø x 14.5mm
Supply Voltage	3 → 20V(dc)
Frequency	3.1±0.5kHz
Sound Level	73dB
Tone Type	Continuous
Supply Current	14mA
Operating Temperature	-20 → +85°C
Lead Length	110mm
Fixing Holes	2.3mm
Fixing Centres	29mm

Diode Zener BZX55 : <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/17593/PHILIPS/BZX55-3V9.html>

Panneau solaire Conrad ASI-F2/12 :

[http://www.produktinfo.conrad.com/datenblaetter/100000-124999/110170-an-02-fr-panneau\\_so.pdf](http://www.produktinfo.conrad.com/datenblaetter/100000-124999/110170-an-02-fr-panneau_so.pdf)