	Programmation	1_SSI 1_STI2D_SIN	CI : 1
Lycée M. Rudloff	TP Shibuya Trafic Ligths		

Mise en situation :

La régulation et la coordination des flux de piétons et de véhicules a été de tout temps le problème des grandes villes.

De nombreuses solutions ont été appliquées et font encore aujourd'hui l'objet d'intenses réflexions et de discussions.

Faut-il bannir les véhicules personnels et mettre en place un trafic unique de transport en commun ? Faut-il revoir le mode de fonctionnement des feux de circulation ?



En voirie urbaine, les feux tricolores permettent de réguler et sécuriser les flux denses de véhicules rapides, à condition d'être utilisés et réglés avec pertinence.

Un peu d'Histoire :

Bien qu'il existe très peu de sources historiques sur les signaux routiers, il semblerait que ce soit à Londres, au coin de Bridge Street et de Palace Yard, le 10 décembre 1868, qu'un feu de signalisation pour les trains, mis au point par l'ingénieur spécialiste de la signalisation ferroviaire J. P. Knight, ait été utilisé pour la première fois, sous la forme d'une lanterne à gaz pivotante aux couleurs complémentaires rouge et verte nécessitant la présence d'un agent de police pour le manœuvrer (ce dernier sera grièvement blessé le 2 janvier 1869)¹.

Aux États-Unis, les premiers feux bicolores de signalisation électrique seront installés à Cleveland, le 5 août 1914.

Ce n'est que bien plus tard que les feux, après leur généralisation, sont devenus tricolores par l'adjonction d'une phase intermédiaire marquée par la couleur jaune-orangé. Le choix de ces couleurs, loin d'être de simples convenances arbitraires, repose sur la connaissance du pouvoir suggestif que la couleur exerce sur l'émotivité et l'attention (rouge-orange pour les signaux de danger et d'interdiction, vert pour la couleur complémentaire).

En France, l'inventeur du feu tricolore est Léon Foenquinos, lequel le décrit ainsi dès 1920 : « on installera, aux angles des croisements de rues, des poteaux ayant trois mètres de hauteur, sur lesquels seront fixés des signaux électriques lumineux et sonores (...) ». Léon Foenquinos diffusera ses idées et cédera toutes ses inventions à la France par amour de son pays.

En France, le 5 mai 1923, au croisement des boulevards Saint-Denis et Sébastopol, à Paris, est posé un feu de signalisation. Il est rouge et accompagné d'une sonnerie. C'est le premier en France. Il faudra attendre dix ans avant que n'apparaissent les feux vert et jaune.

Dès à présent, on peut voir des feux tricolores dont les ampoules sont remplacées par des diodes électroluminescentes et qui affichent le décompte des secondes restantes avant le prochain changement d'état.

Avantages

En imposant l'arrêt total aux usagers susceptibles de croiser leur trajectoire, les feux de circulation permettent aux usagers observant le feu vert de franchir en toute sécurité et à la vitesse maximale autorisée les intersections de voirie. Idéalement, la synchronisation adéquate des feux sur un axe de circulation permet de créer des « ondes vertes » qui facilitent la traversée rapide de zones urbaines. La réduction des cycles freinage (- arrêt) - accélération améliore le confort de conduite et réduit la consommation de carburant.

Sur des axes rapides à fort trafic, ils facilitent et sécurisent l'insertion des véhicules provenant d'axes secondaires et la traversée des piétons. Les feux tricolores peuvent également réguler l'affluence à des intersections régies par d'autres régimes de priorité. Couplés à des détecteurs de vitesse, ils peuvent forcer un ralentissement important sur un axe de transit qui traverse une petite agglomération ou un quartier, pour la tranquillité et la sécurité des riverains.

Les feux tricolores sont particulièrement adaptés à la gestion du trafic dense et rapide engendré par les véhicules motorisés sur des axes importants en agglomération. Ils sont très rarement pertinents en rase campagne ou dans les zones à trafic apaisé (zones 30, zones de rencontre), où d'autres régimes de priorité sont plus efficaces.

Inconvénients

La multiplicité des usages de la voirie (piétons, cyclistes, motorisés, transports en commun...) peut rendre le réglage et la synchronisation des feux de circulation d'un axe ou d'un quartier très complexe, et parfois insatisfaisante pour tout ou partie d'entre eux. Par exemple, une voirie urbaine sur laquelle les feux sont synchronisés en onde verte à 40 km/h est bien adaptée au trafic motorisé privé, mais porte préjudice aux autobus urbains qui ont des arrêts fréquents et aux cyclistes qui circulent moins vite.

Pour être efficace, le réglage des phases doit être adapté à la variation de la circulation, en particulier aux heures de trafic réduit où le caractère régulateur du système de feux tricolores disparaît, et l'arrêt imposé ressenti comme injustifié, en plus de parfois causer une surconsommation d'énergie. Une solution souvent retenue est d'installer des détecteurs de véhicules pour actionner certains feux au débouché de branches secondaires ou à des heures de faible trafic, ou des boutons déclencheurs pour les piétons et, éventuellement, les cyclistes. Certains feux tricolores peuvent être donc sous arrêt momentané de quelques heures au maximum en cas de circulation inactive.

Les feux de circulation sécurisent le franchissement d'une intersection à plus de 30 km/h, et des accidents graves peuvent survenir s'ils ne sont pas observés correctement. De plus, les feux en phase verte incitent les usagers à rouler en survitesse pour franchir l'intersection avant la fin de la phase verte, ce qui accroît l'insécurité des usagers plus lents (ex. cyclistes), les nuisances sonores et la consommation d'énergie.

L'emploi des feux de circulation doit donc être limité à la régulation de trafic et, sur certains axes, au confort de conduite des usagers. D'après plusieurs études, les feux de circulation seraient responsables de la moitié des files et donc de la moitié de la pollution⁷, et des feux mal réglés peuvent entraîner le triplement de la consommation de carburant, donc les émissions de CO₂, lorsque la circulation est encombrée ou trop peu dense.

Suppressions

Des études et des expérimentations semblent prouver que la suppression de feux à certains croisements augmenterait la fluidité du trafic et réduirait le nombre d'accidents. Une interprétation serait que le conducteur deviendrait plus vigilant et aborderait le carrefour à une vitesse plus réduite¹⁰. De ce fait, certaines villes comme Paris, Nantes, Rouen, Niort, Bordeaux, Abbeville se sont engagées dans la diminution du nombre de feux de croisement, notamment en zone 30. À Philadelphie, aux États-Unis, la suppression de feux de croisement a permis une réduction des accidents de 25%.

L'une des villes pionnières dans le retrait des feux rouges a été Drachten aux Pays-Bas. La ville de Bordeaux prévoit de suivre cet exemple et de supprimer 300 feux de croisement.

D'autre part, des études sont menées pour concevoir des voitures « intelligentes » capables de dialoguer entre elles et avec le carrefour pour réguler leur vitesse.

Un cas extrême

Une illustration de la problématique est fournie par le célèbre carrefour de la gare de Shibuya où, dans un espace restreint, doivent cohabiter la circulation des voitures et transports en commun avec une foule de près de 2,4 millions de piétons quotidiens.

A voir sur You Tube : <https://www.youtube.com/watch?v=mVXuN28lsmk>



La régulation de trafic :



<https://www.youtube.com/watch?v=FwPve0w3v0Q>

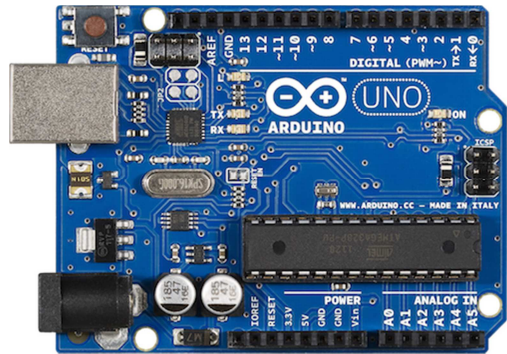
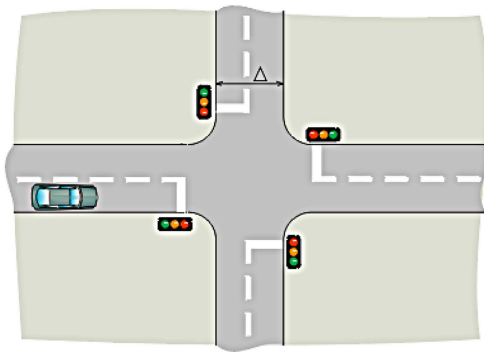
Objectif à réaliser

Les objectifs :

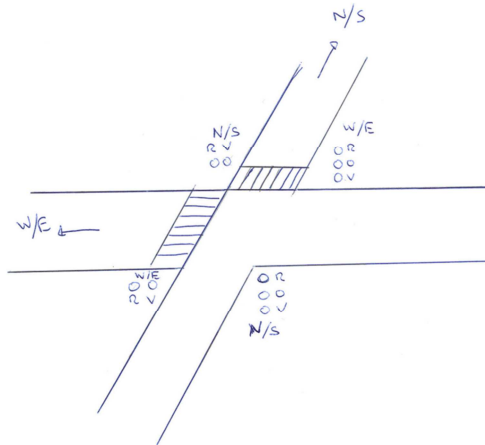
- Analyser une problématique et la traduire dans un langage de programmation.
- Transposer la programmation dans un langage de codage (C++ Arduino)
- Initialiser des ports digitaux en entrée / sortie
- Lire et écrire à l'aide de ports digitaux
- Utiliser des structures, des sous-programmes et des types de variables adaptés pour optimiser la programmation.
- Calculer et câbler des composants externes.
- Solutionner les problèmes de temporisation
- Mettre en œuvre des procédures alternatives de traitement.
- Paramétrer et utiliser un port analogique en entrée.

La méthode :

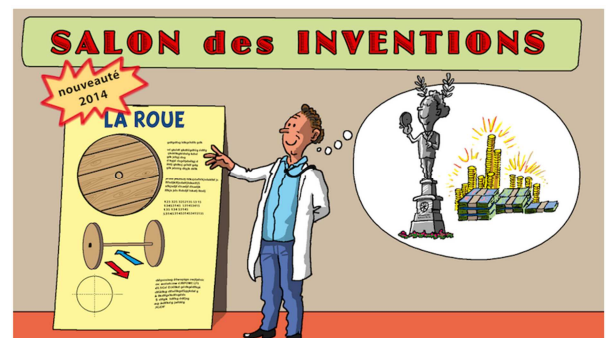
Nous allons réaliser une simulation de la gestion des flux d'un carrefour en utilisant une plateforme basée sur une carte ARDUINO.



Dans un souci de simplification, le carrefour n'est composé que de deux axes (Nord/Sud et Ouest/Est) à sens unique et de deux passages pour piétons (voir schéma ci-dessous) :



Un petit truc : le problème est très connu et de nombreux enseignants en font un sujet de TP... n'hésitez pas à consulter les bases de données tout en adaptant les solutions à la problématique présente.



Etape 1 : Régulation du flux des véhicules.

Analyser la problématique en complétant la table de vérité ci-dessous :

Séquence véhicules

Nr SEQ	N/S			W/E			Tempo	Commentaire
	R	O	V	R	O	V		
0							1s	Etape initiale « rien ne bouge »
1							10s	Vert N/S - Rouge W/E
2							3s	Orange N/S
3							1s	« rien ne bouge »
4							10s	Rouge N/S – Vert W/E
5							3s	Orange W/E
6	*	*	*	*	*	*	*	retour étape 0

Etablir le schéma de câblage de la maquette du simulateur.

Pour cela, utiliser les ports digitaux D4 à D9 en veillant particulièrement à **laisser libres les ports D0 à D3**.

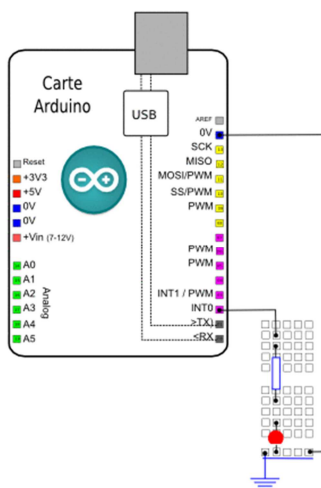
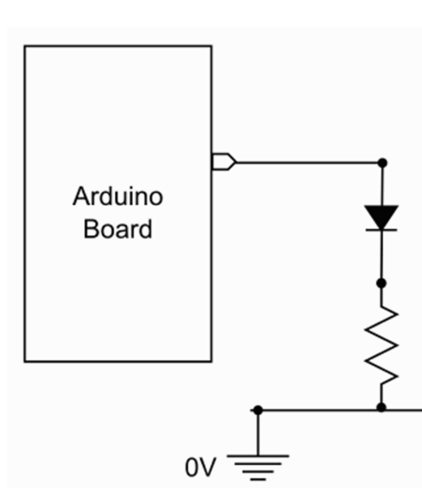
Dimensionner les résistances de limitation de courant pour réaliser le montage suivant pour chaque port avec les spécifications suivantes :

Tension d'alimentation : 5 Volts

Courant de polarisation de la LED : 10 mA

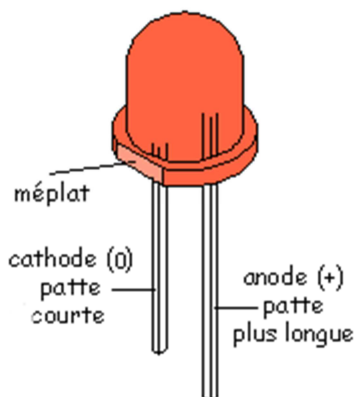
Tension de déchet de la LED : 0,6V

$$R = \quad \Omega$$



Exemples de câblage d'une LED sur un port d'une carte ARDUINO

Le câblage pourra être optimisé pour n'utiliser qu'un nombre réduit de résistances et permettre une simplification du circuit de masse.



Un petit truc : On met le Moins sur la patte la Moins longue ou sur le Méplat

Etape 2 : Régulation du flux des véhicules + flux des piétons

Modifier la séquence pour ajouter la régulation du flux des piétons pour les passages N/S et W/E

Compléter la table de vérité ainsi qu'indiqué ci-dessous :

Séquence de base

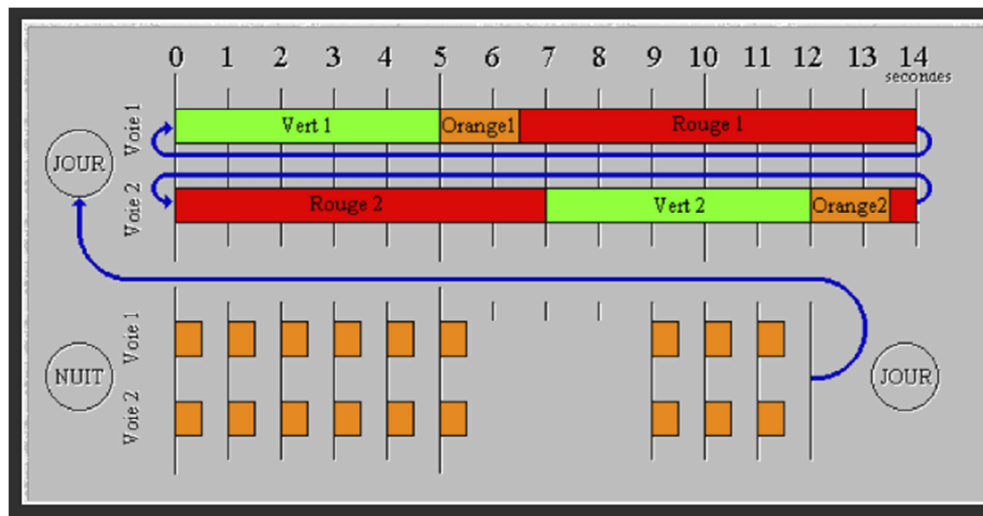
	N/S			W/E			N/S		W/E			
Nr SEQ	R	O	V	R	O	V	R	V	R	V	Tempo	Commentaire
0											1s	Etape initiale « rien ne bouge »
1											10s	Vert N/S
2											3s	Orange N/S
3											1s	« rien ne bouge »
4											10s	Rouge N/S – VERT W/E
5											3s	Orange W/E
6											*	retour étape 0

Régulation des piétons

Etape 3 : Séquences de régulation « Jour / Nuit »

Ajouter une séquence de clignotement des feux orange véhicules/rouge piétons ([durée de séquence 2s avec un rapport cyclique de 50%](#))

La commande de basculement se fera à l'aide d'un bouton poussoir relié au port D0 de la carte ARDUINO.



Exemple de cycle Jour/Nuit : Attention, les durées sont à ajuster vs les spécifications ci-dessus.

Etape 4 : Appel piétons

Modifier la programmation (séquences) pour ajouter un bouton poussoir permettant l'appel par les piétons, pendant une séquence « Jour » pour demander un passage prioritaire. On considérera une seule commande pour les piétons des deux axes de circulation.



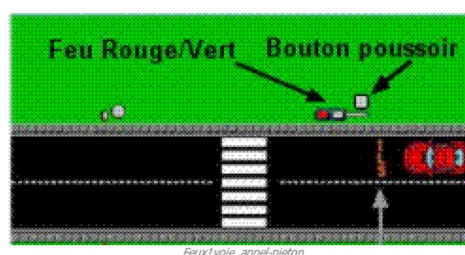
Spécification : temps de passage pour les piétons = 30 s

Le même feu mais avec un appel piéton (bouton poussoir)

Sur une route à une voie, deux feux tricolores et un bouton d'appel permettent la traversée à une passage piéton.

- Le feu vert est allumé seul en continu
- Un appel est effectué par un piéton sur un bouton poussoir
- Le feu passe à l'orange durant 5 s. puis passe au rouge seul
- Le piéton dispose de 10 s. pour traverser la voie
- En fin de période, un signal sonore retentit puis le feu repasse au vert

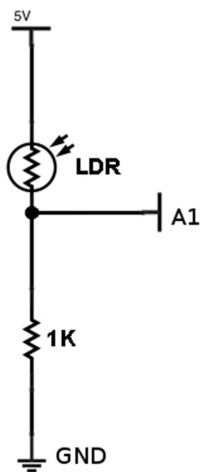
Chaque feu est allumé seul...



Exemple de séquence « Appel piéton ».

Etape 5 : Basculement « Nuit / Jour » automatique

Modifier le montage et le programme pour permettre le basculement « Nuit/Jour » à l'aide d'un montage à pont diviseur (voir schéma ci-dessous) agissant sur un port analogique.



Un petit truc : utiliser la commande [map](#) (voir référence arduino) pour « calibrer » la lecture du signal d'entrée...