



ENGINEER  
NEXT

NIDays

# « Au doigt et à l'œil » : mise en place d'une interface de commande d'un objet connecté

Jean Luc Amalberti

Enseignant

[Jean-luc.amalberti@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:Jean-luc.amalberti@univ-grenoble-alpes.fr)

Université Grenoble Alpes (UGA) – IUT1

# 1<sup>o</sup> partie

## Projet tour Perret



# Grenoble et la tour Perret



- *plus visitée depuis longtemps, la Tour Perret est l'emblème de la ville avec les fameuses "bulles" du téléphérique de la Bastille*
- Elle est un élément incontournable du Parc Paul-Mistral qu'elle domine de ses **95 mètres de haut**
- Classée aux **monuments historiques depuis 2004**, c'est une architecture remarquable construite autours de huit grands piliers, avec des fondations antisismiques de 15 mètres.



Que faire pour les 50 ans des IUT ?

( les IUT ont 50 ans et Grenoble fait parti des historiques)

# La fête

à la halle des sports et sous la tour Perret



**Le 21 mai 2016, Illumination de la Tour PERRET par projection**



# Mais la Tour Perret fait son âge

Les bétons s'effritent lentement en raison des infiltrations, gels et dégels.

- Le maire et sa majorité veulent, à l'horizon 2021, **rouvrir le lieu au public et le rendre également vivant culturellement.**
- Financement participatif, mécénat, ville, département, Etat.





# 2016

## L'IUT

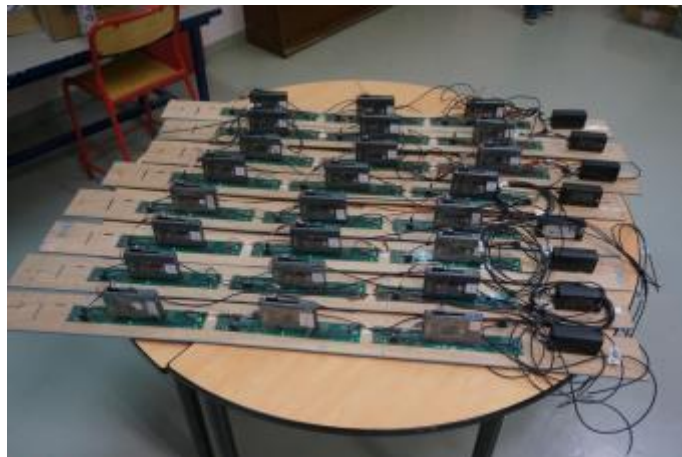
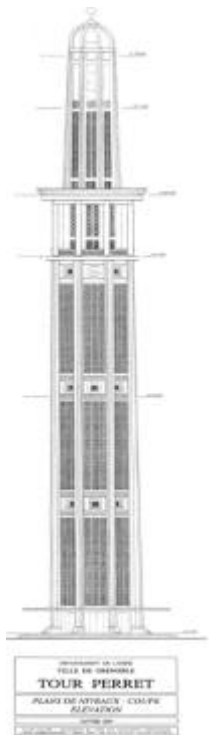
Première maquette = Idée lumineuse

Pourquoi ne pas proposer une innovation ?  
Une tour avec des spots pour l'illuminer

UN DEFI TECHNIQUE

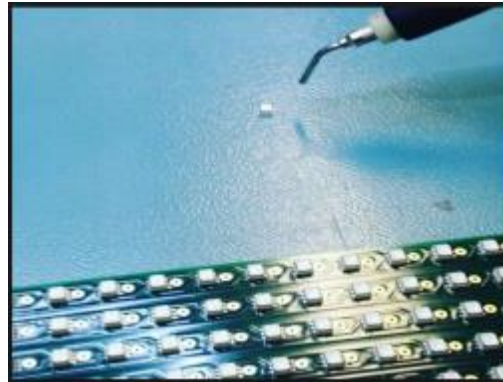
24 + 1 MyRIO

protocole DMX 512 soit 24 univers  
DMX



# 2016

## Un projet IUT Techniciens – Administratifs - Etudiants – Enseignants





# 2017

## Convention avec la mairie de Grenoble



### Projet tour Perret

#### OBJECTIFS

- > Investir un lieu historique et emblématique de Grenoble.
- > Créer un dispositif durable, écologique respectant les contraintes du monument.
- > Développer une solution permettant aux grenoblois de se réapproprier la tour Perret.

1/ Illuminer le tour Perret : à l'instar de la tour Eiffel, la tour Perret pourra s'illuminer tous les jours de 23h00 à 23h15.

2/ Développer un dispositif « nomade » simple et intuitif pour permettre aux grenoblois de programmer des animations lumineuses à distance.

La tour Perret : lieu d'histoire devient un support de création pour l'ensemble des grenoblois, emblème d'une « participation citoyenne ».

**Redynamiser la tour Perret, créer de l'attractivité et valoriser l'édifice sans le dénaturer.**

**Une date est retenue  
Pour la présentation des  
travaux IUT**

**16 Septembre 2017**

**« Journée du patrimoine »**

# 2017

## Un schéma d'action est élaboré

Exécution en classe des scènes

**Le dispositif Nomade**

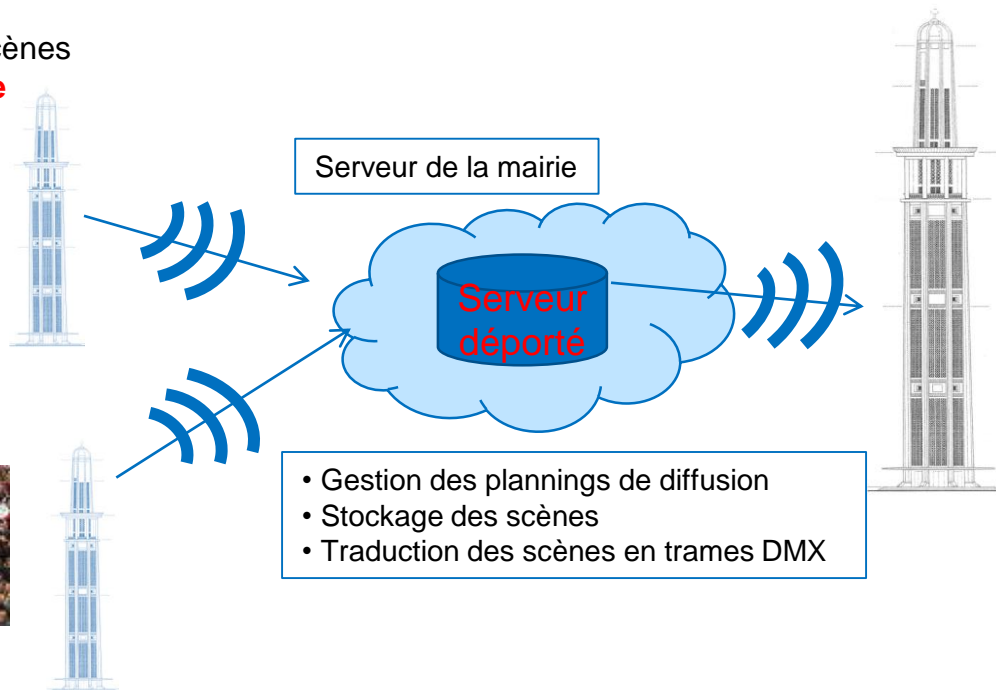


Mécanisme de création  
des scènes



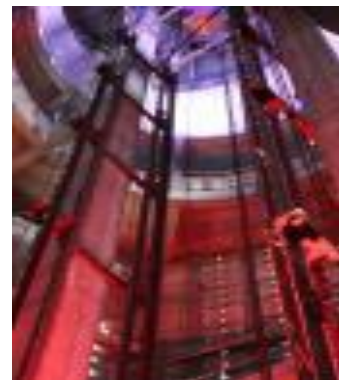
Exécution locale des scènes:

**les démonstrateurs**



# 2017

Et le **16 septembre au soir**  
en présence du maire et de la présidente de l'université  
**Illumination de la tour Perret**



# 2017 Présentation des **dispositifs nomades** destinés aux écoliers / collégiens / lycéens



# 2017

## Présentation des **démonstrateurs** à taille humaine valorisation du travail de deux lycées



 **Lycée Professionnel Françoise DOLTO**  
4 rue Piardière  
38120 Le Fontanil Cornillon

 **Lycée Polyvalent Pablo Neruda**  
Lycée des métiers de l'électricité - Campus des métiers & des qualifications



# 2017 Présentation des commandes

Par site web



Par Leap Motion (LabVIEW)



Par piano sur un PC (LabVIEW)



Par camera USB (LabVIEW)



Par Perret-ition



CHOCOLAT - GATEAU - BOIS- FLEUR -

JUIN 2017

CONCOURS DE PROGRAMMATION

CONCOURS DE LA PLUS BELLE TOUR EN MODELE REDUIT



# 2017/18

## Et maintenant

Nous avons fédéré d'autres instances de l'Université

IUT1	GEII	Génie Electrique et Informatique Industrielle
	GMP	Génie mécanique
	RT	Réseau et télécommunication
	MMI	Métier MultiMedia et internet
IUT2	TC	Technique de Commercialisation Tech de co
	CS	Carrière juridique
		licence pro Licence professionnelle Métiers des administrations et collectivités territoriales
IAE		Ecole de management de Grenoble
Polytech Grenoble		Ecole ingénieur

Nous avons noué des relations avec des écoles maternelles, des collèges, et des lycées

Et nous allons lancer officiellement nos concours

# Merci à nos partenaires

la région Auvergne  
LABEX

**PERSYVAL-LAB**

La confluence des mondes  
physiques et numériques



Maîtriser la conception et le contrôle de nouveaux systèmes informatiques  
contenant des dispositifs « intelligents » interconnectés et des objets virtuels  
interactifs au service de l'homme.

HABITAT INTELLIGENT • SANTÉ • AIDE À LA PERSONNE • OBJETS CONNECTÉS ET  
INTERACTIFS • COMMUNICATION • CYBER-SÉCURITÉ • EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE



"Rayonnement social et culturel".  
(2° session) en 2017



## 2° partie Le cours sur LabVIEW

### Création d'un piano sur PC avec LabVIEW



Où comment créer un cours pour les  
débutants comme pour les  
chevronnés ?



## Aventure 1: monter la tour



Et faire tourner  
l'application web



Créer l'envie

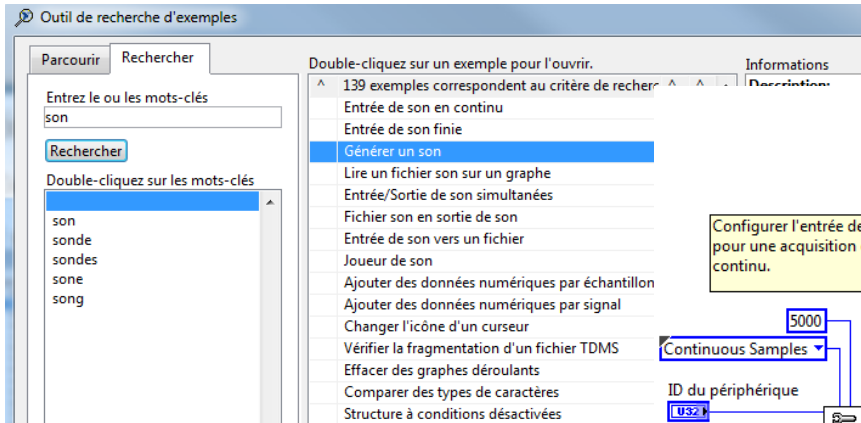


## Aventure 2: Générer un son

On prend un exemple sur LabVIEW

Avec LabVIEW, on n'est pas seul ! Beaucoup d'exemples sont disponibles.

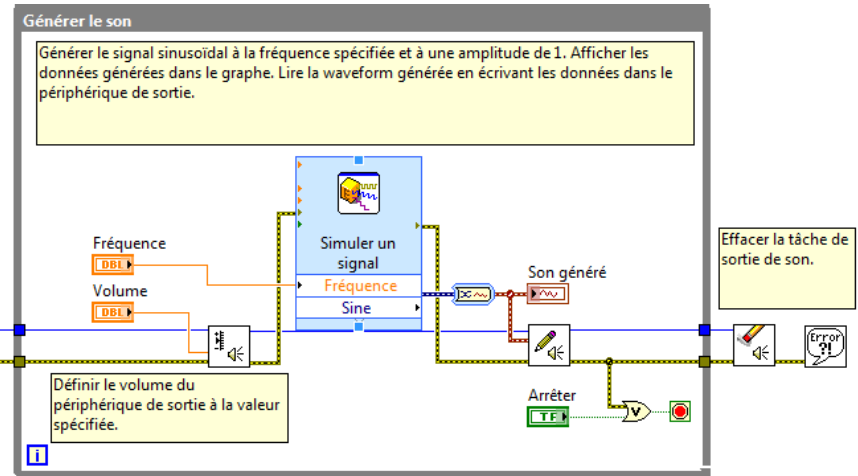
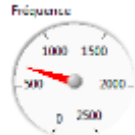
Ils sont propres, simples (pas tous), avec des commentaires



Configurer l'entrée de son pour une acquisition en continu.

5000  
Continuous Samples  
ID du périphérique  
U32

44100  
2  
16



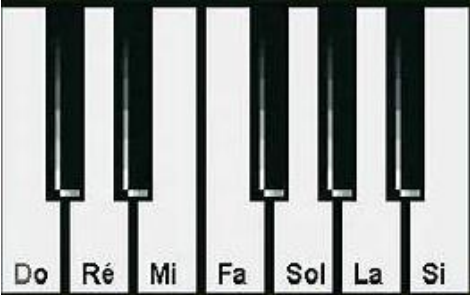
Changer le bouton fréquence en →

Et faire tourner le VI

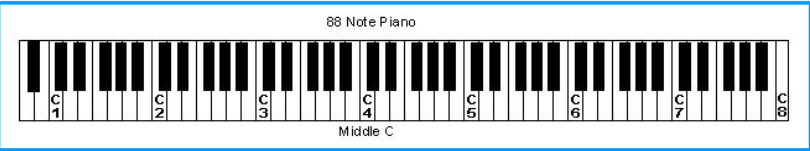


# Aventure 3: Générer des notes cohérentes

Une partition = 12 notes



8 octaves de 12 notes



## Notion de musique

Fréquences des notes (en hertz) dans la gamme tempérée								
Note/octave	0	1	2	3	4	5	6	7
do ou si $\sharp$	32,70	65,41	130,81	261,63	523,25	1046,50	2093,00	4186,01
do $\sharp$ ou ré $\flat$	34,65	69,30	138,59	277,18	554,37	1108,73	2217,46	4434,92
ré	36,71	73,42	146,83	293,66	587,33	1174,66	2349,32	4698,64
ré $\sharp$ ou mi $\flat$	38,89	77,78	155,56	311,13	622,25	1244,51	2489,02	4978,03
mi ou fa $\flat$	41,20	82,41	164,81	329,63	659,26	1318,51	2637,02	5274,04
fa ou mi $\sharp$	43,65	87,31	174,61	349,23	698,46	1396,91	2793,83	5587,65
fa $\sharp$ ou sol $\flat$	46,25	92,50	185,00	369,99	739,99	1479,98	2959,96	5919,91
sol	49,00	98,00	196,00	392,00	783,99	1567,98	3135,96	6271,93
sol $\sharp$ ou la $\flat$	51,91	103,83	207,65	415,30	830,61	1661,22	3322,44	6644,88
la	55,00	110,00	220,00	440,00	880,00	1760,00	3520,00	7040,00
la $\sharp$ ou si $\flat$	58,27	116,54	233,08	466,16	932,33	1864,66	3729,31	7458,62
si ou do $\flat$	61,74	123,47	246,94	493,88	987,77	1975,53	3951,07	7902,13

A chaque note une fréquence

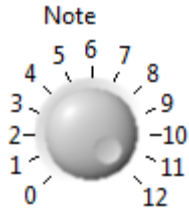
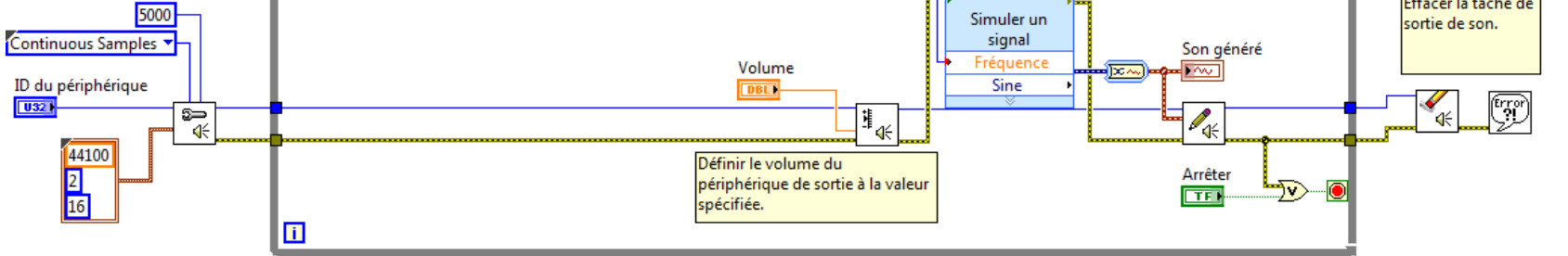


# Aventure 3: Générer des notes cohérentes

Tableau de fréquence  
Rechercher dans un tableau

15 notes (en hertz) dans la ga

0
81 261.63
59 277.18
83 293.66
96 311.13
81 329.63
61 349.23
00 369.99
00 392.00
65 415.30
00 440.00
08 466.16
94 493.88
-1



### Aventure 3: Générer des notes cohérentes

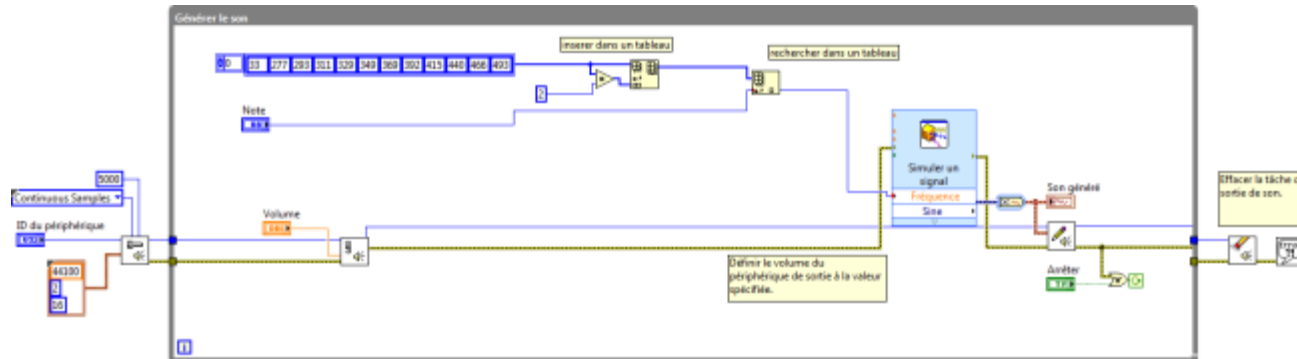
#### Solution 1: Un tableau de 96 valeurs

non

#### Solution 2:

les fréquences des notes suivantes sont obtenues en multipliant par 2 les fréquences de la gamme précédente.

Notes/octave	Fréquences des notes (en hertz) dans la gamme tempérée							
	0	1	2	3	4	5	6	7
do ou sol	32.70	65.41	130.81	261.63	523.25	1046.50	2093.00	4186.01
do# ou réb	34.65	69.30	138.59	277.18	554.37	1108.73	2217.46	4434.92
ré	36.71	73.42	146.83	293.66	587.33	1174.66	2349.32	4698.64
ré# ou mi	38.89	77.78	155.56	311.13	622.25	1244.51	2489.02	4978.03
mi ou fa	41.20	82.41	164.81	329.63	659.26	1318.51	2637.02	5274.04
fa ou mi#	43.65	87.31	174.61	349.23	698.46	1396.91	2793.83	5587.65
fa# ou solb	46.25	92.50	185.00	369.99	739.99	1479.98	2959.96	5919.91
sol	49.00	98.00	196.00	392.00	783.99	1567.98	3135.96	6271.93
sol# ou lab	51.91	103.83	207.65	415.30	830.61	1661.22	3322.44	6644.88
la	55.00	110.00	220.00	440.00	880.00	1760.00	3520.00	7040.00
la# ou sib	58.27	116.54	233.08	466.16	932.33	1864.66	3729.31	7458.62
si ou do#	61.74	123.47	246.94	493.88	987.77	1975.53	3951.07	7902.13



# Aventure 3: Générer des notes cohérentes

Des maths

## Solution 3: en appliquant des formules mathématiques

La fréquence d'une note placée à la N° position par rapport à la fréquence Fo est donnée par la relation  
Fo représente le LA à 440 Hz  
Le n représente la position de la note par rapport au LA ( on à compter à partir de 1)

$$f_n = f_0 \times 2^{n/12}$$



N=  
0

N=1  
Car 1°touche  
après le LA

N=2  
Car 2°touche  
après le LA

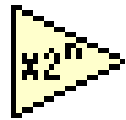
On  
compte  
les noires

Note/octave	3	4
do ou si <sup>b</sup>	261.63	523.25
do <sup>♯</sup> ou ré <sup>b</sup>	277.18	554.37
ré	293.66	587.33
ré <sup>♯</sup> ou mi <sup>b</sup>	311.13	622.25
mi ou ré <sup>♯</sup>	329.63	659.26
fa ou mi <sup>♯</sup>	349.23	698.46
fa <sup>♯</sup> ou sol <sup>b</sup>	369.99	739.99
sol	392.00	783.99
sol <sup>♯</sup> ou la <sup>b</sup>	415.30	830.61
la	440.00	880.00
la <sup>♯</sup> ou si <sup>b</sup>	466.16	932.33
si ou do <sup>♯</sup>	493.88	987.77

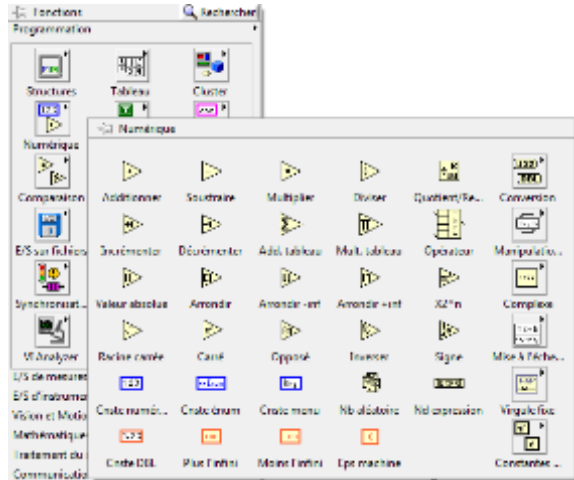
Ainsi la fréquence du LA  
suivant est  $440 \times 2^{12/12}$   
soit  $440 \times 2^1$   
soit  $440 \times 2$   
soit 880HZ

# Aventure 3: Générer des notes cohérentes

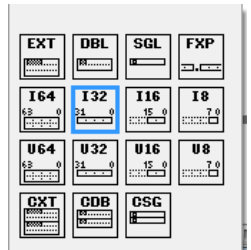
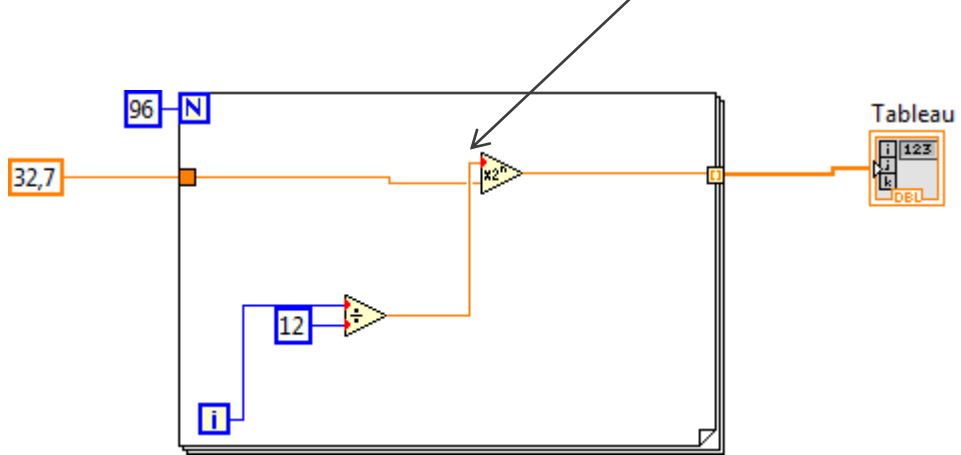
**Solution 3 :** Idée 1 ou comment se méfier des solutions toutes faites



Facile avec le symbole



Discussions sur le type de variable et le petit point devant le symbole



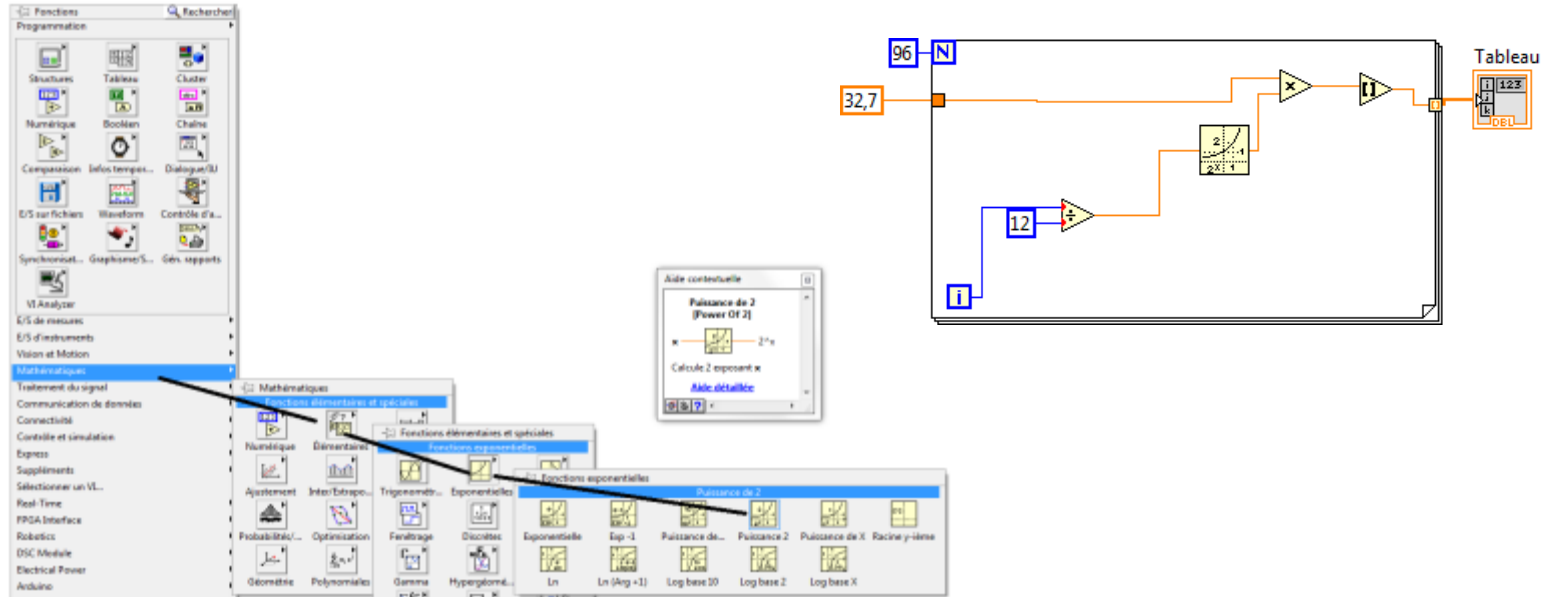
Tableau

0	32,7
	32,7
	32,7
	32,7
	32,7
	32,7
	32,7
	65,4
	65,4
	65,4
	65,4
	65,4
	65,4
	65,4
	65,4
	65,4
	65,4
	65,4
	65,4
	130,8

## Aventure 3: Générer des notes cohérentes

Solution 3 : Idée 2 Notre salut vient de la librairie « mathématique »

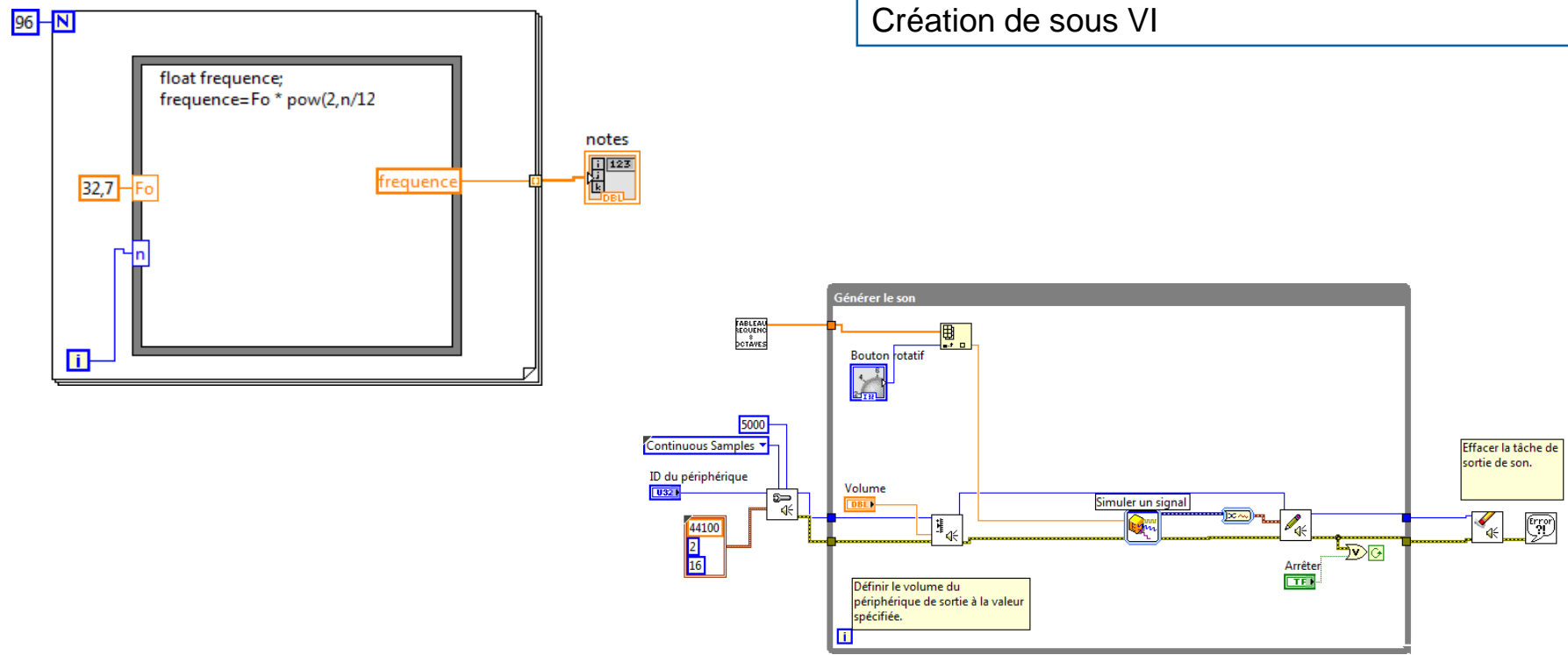
Fonction mathématique  
Sortie indexée



# Aventure 3: Générer des notes cohérentes

**Solution 3 :** Idée 3 Solution 3 avec des formules mathématiques

Utilisation de nœud de formule  
Création de sous VI



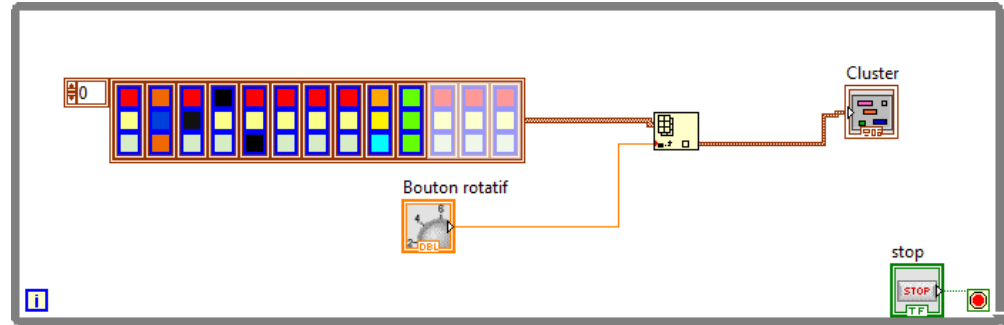
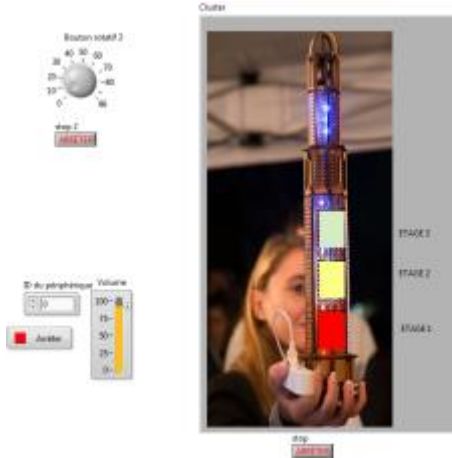


## Aventure 4: Génération d'image

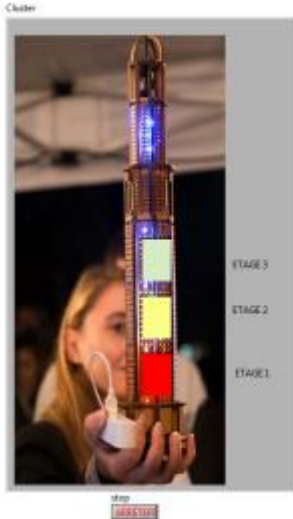
Cluster

PB: 3 couleurs pour 1 seule note  
mais plusieurs notes

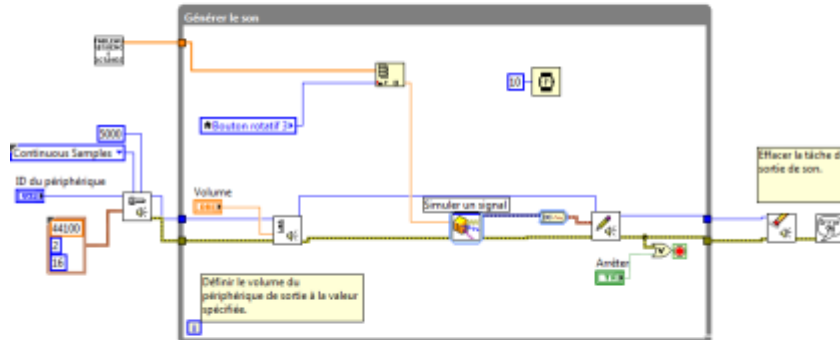
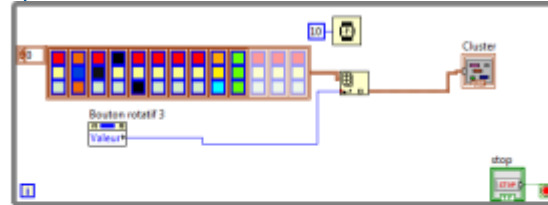
**2 solutions** tableau de tableau  
tableau de cluster



## Aventure 5: Génération son et image



Calcul des indices  
1 seul bouton stop  
Variable locale  
Nœud de propriété  
Notion de temps dans les boucles

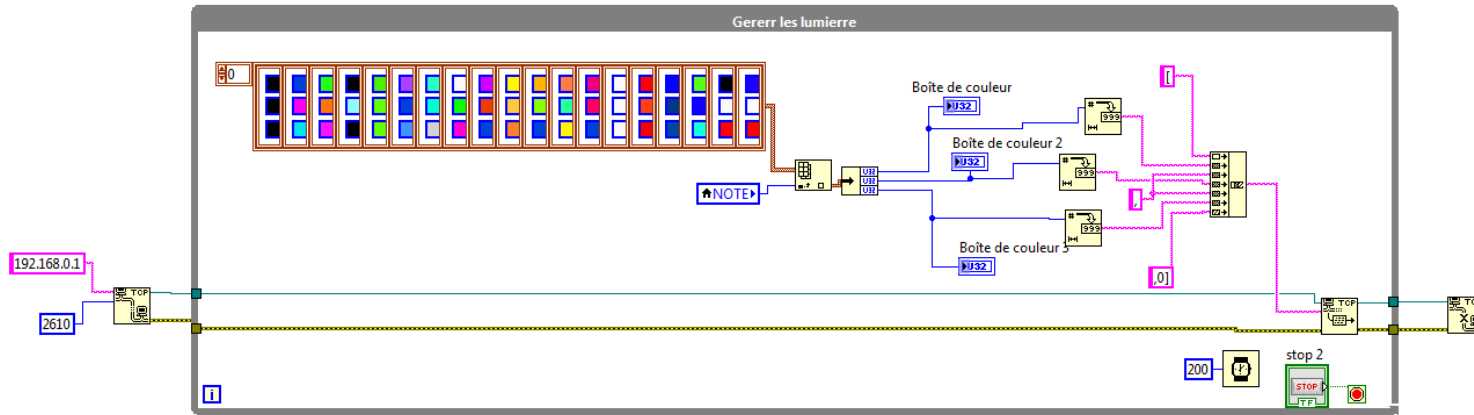


## Aventure 6: M. on l'attaque quand la tour??



Notion de client/serveur « Hello-word »  
Récupération de données dans un cluster  
Gestion de chaines de caractères  
Transformation nombre/chaine

La trame attendue par la vraie tour est une chaine de caractères:  
[ couleur1° ETAGE , couleur 2° ETAGE, couleur3°ETAGE , 0]



**1° Cauchemar** : création d'un serveur identique à la vraie tour  
( préparation pour le serveur à embarquer sur la myRIO)

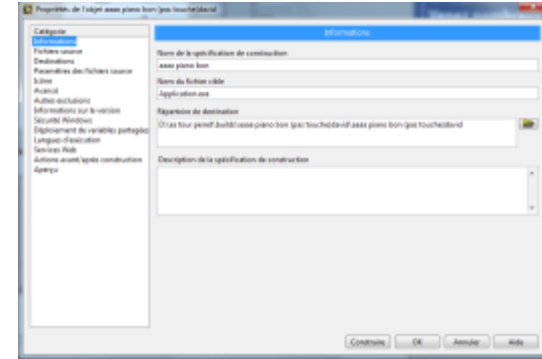
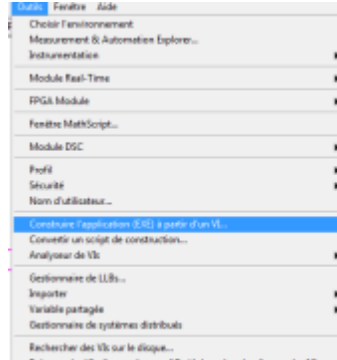


La trame attendue par la vraie tour est une chaine de caractères:  
[ couleur1° ETAGE , couleur 2° ETAGE, couleur3° ETAGE , 0]

POUR LA SOLUTION...  
VOUS DEVEZ CHERCHER PAR VOUS MÊME

## **Aventure 7: Monsieur il est pas possible de faire la même chose avec un PC sans LabVIEW ?**

Maker Application

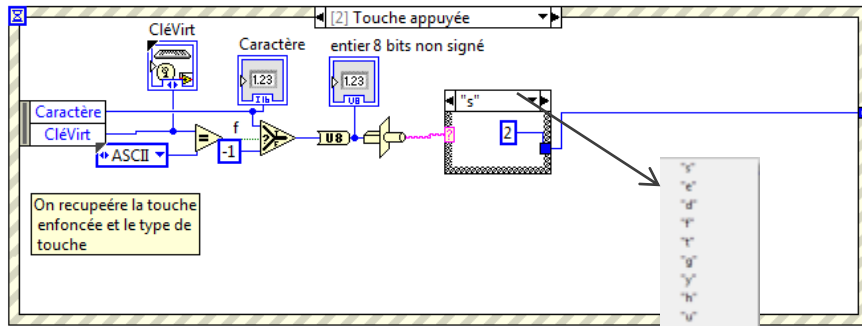


## **Aventure 8: Monsieur je suis fatigué...C'est possible d'écrire les notes à jouer dans un fichier texte et de le faire jouer tout seul ?**



Gestion des fichiers  
Ajout d'un élément dans le cluster  
pour gérer les temps des notes

## Structure Événement





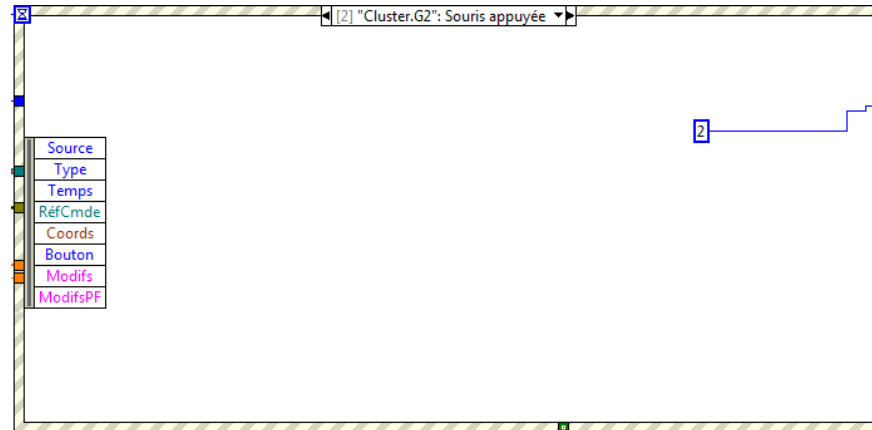
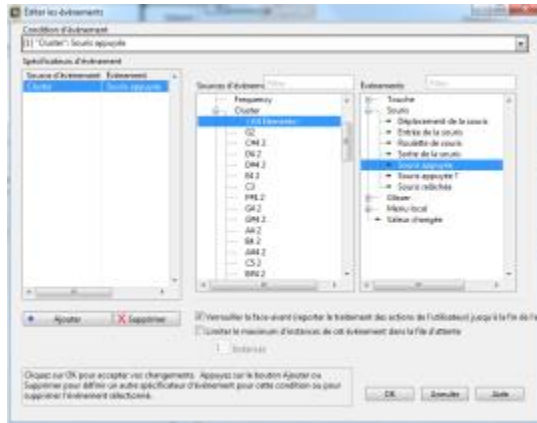
## Aventure 9: Monsieur c'est possible de dessiner un clavier sur l'écran du PC et de jouer avec la souris ?



Gestion des faces avant

Création d'un bouton radio sous forme de piano

Création d'un cluster de bouton

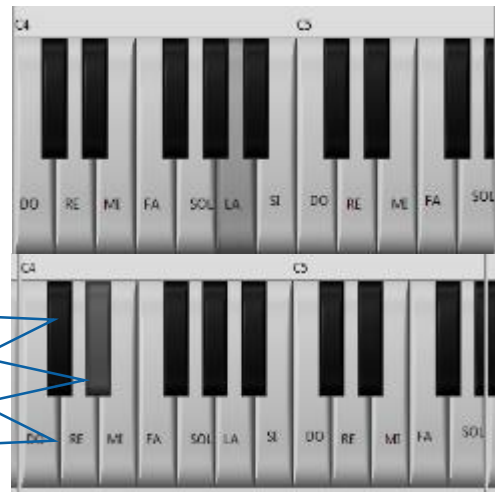


**Aventure 10: Monsieur quand on appuie sur une touche avec la souris celle-ci devient noire à l'écran?**

**C'est possible de faire la même chose en appuyant sur le clavier**

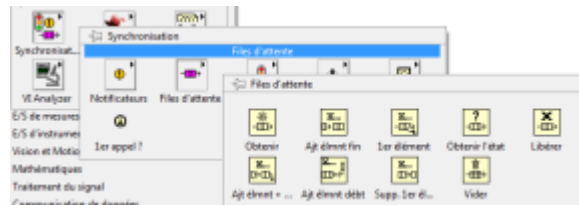


C'est simple tu utilises les noeuds de propriétés des boutons dans le cluster



**Aventure 11: Monsieur on peut pas jouer deux notes en même temps ?  
C'EST NUL VOTRE TRUC.....**

ok, ok on va compliquer la chose , on va utiliser des 'files d'attente'



Devoir surprise  
Prenez une feuille  
S'il vous plait



# 3° partie

## Utilisation de la myRIO



Les LED utilisées dans les tours sont du type WS2812

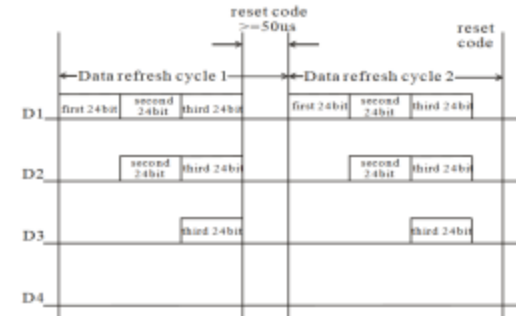
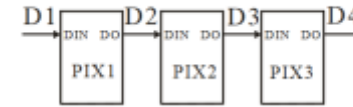
elles sont RGB, mais commandées en série.

Il faut envoyer les 24 premiers bits pour la 1° LED  
(8 pour le vert, 8 pour le bleu, 8 pour le rouge)  
puis faire de même avec la 2° LED  
et ainsi de suite  
et valider par le reste du code,

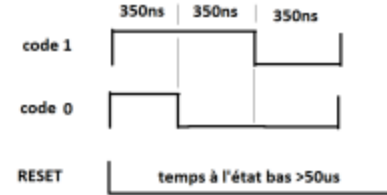
Les LED sont proposées sous différents formats



Cascade method:



Le temps d'un bit dure environ 1us à 1,2us  
suivant les marques



et bien sur, ce n'est pas du RGB qu'il faut envoyer  
mais du GRB

**Composition of 24bit data:**

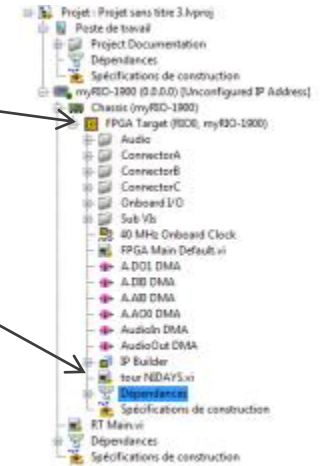
G7	G6	G5	G4	G3	G2	G1	G0	R7	R6	R5	R4	R3	R2	R1	R0	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Note: Follow the order of GRB to sent data and the high bit sent at first.

La partie temps réel de la myRIO tournant à 1ms, il est impossible  
d'implémenter ces LED dans cette partie de la myRIO

Un simple programme dans la partie FPGA, sans communication avec la partie temps réel doit pouvoir nous allumer en blanc la 1<sup>o</sup> LED d'un ruban.

Le FPGA est cadencé à 40Mhz ce qui donne un « ticks » à 25 ns

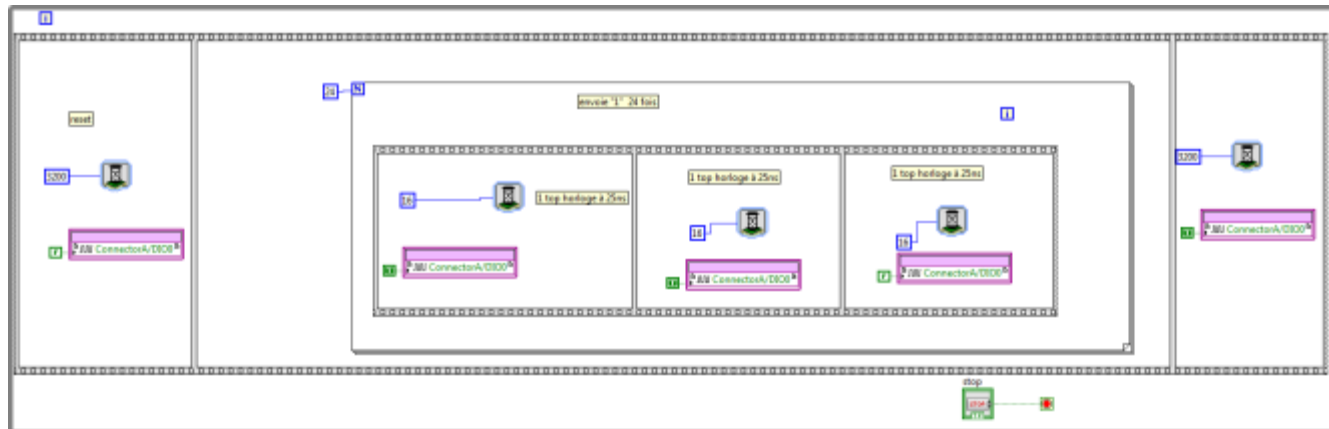


Reset  
Sortie à 0

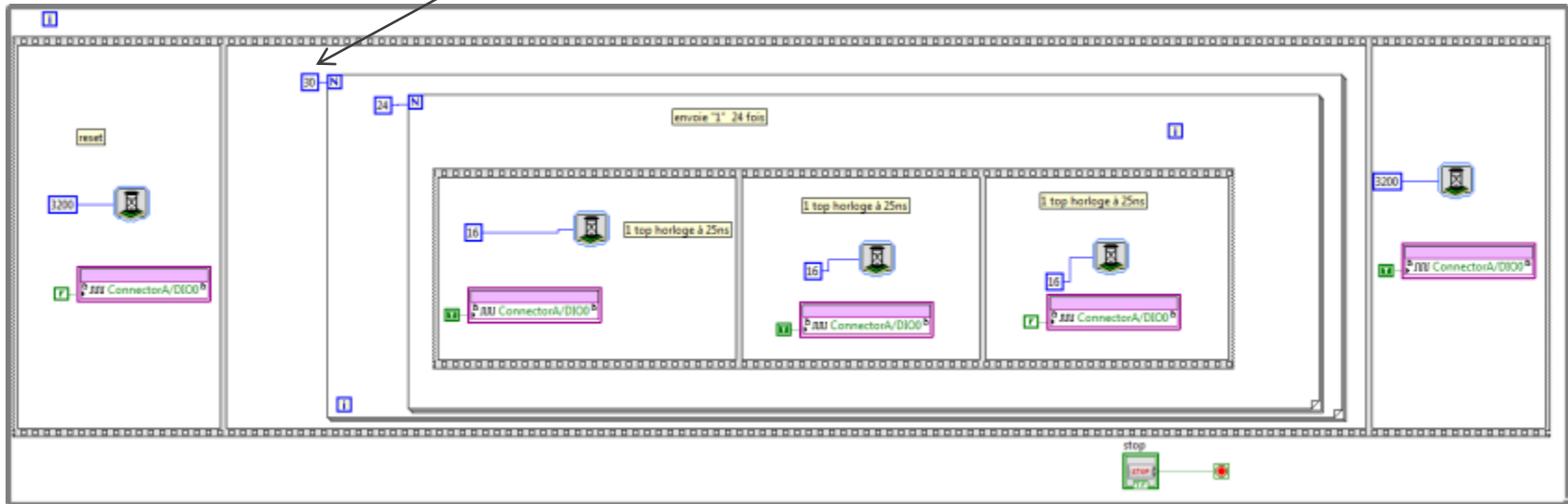
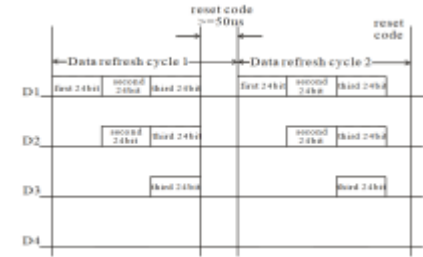
Générer 24 fois un '1'



repos  
Sortie à 1  
(Facultatif)



Pour allumer 30 LED d'un ruban en blanc, il faut simplement mettre 30 sur la boucle





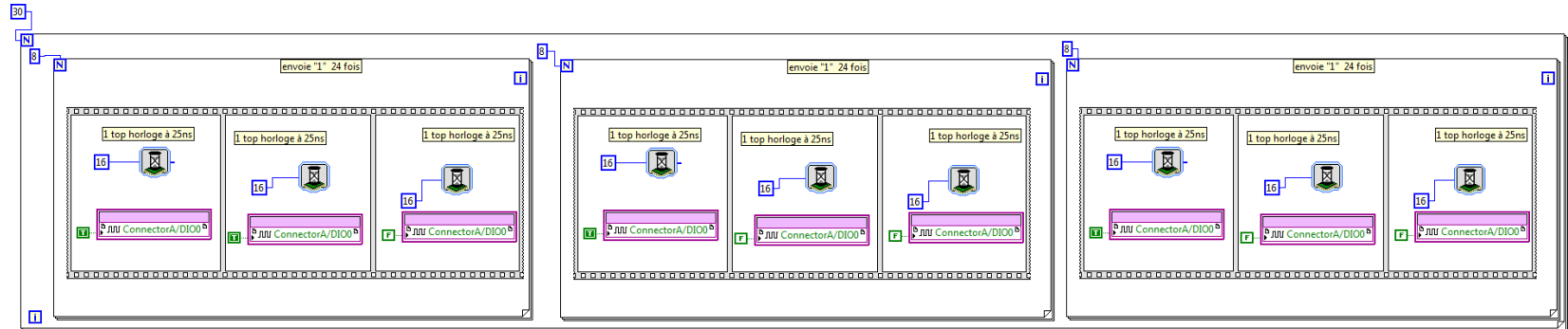
# Pour allumer vos 30 LED en vert

Composition of 24bit data:

G7	G6	G5	G4	G3	G2	G1	G0	R7	R6	R5	R4	R3	R2	R1	R0	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

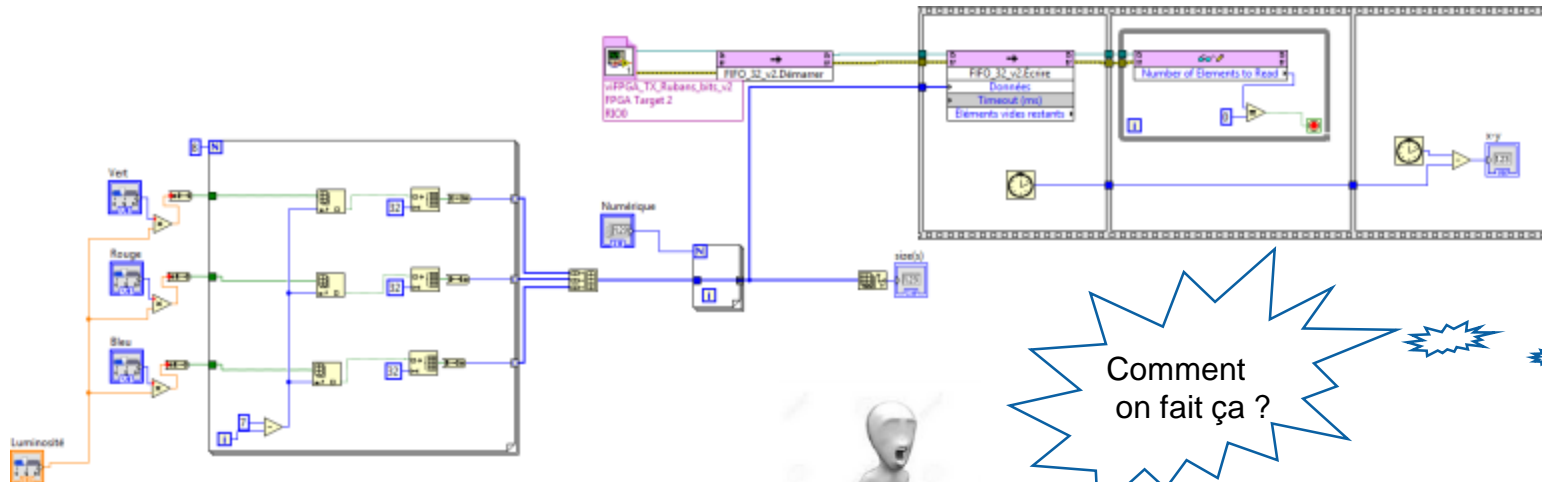
Note: Follow the order of GRB to sent data and the high bit sent at first.

il faut envoyer 8 fois des 1 pour le vert  
puis 8 fois des 0 pour le bleu  
puis 8 fois des 0 pour le rouge

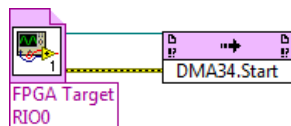


# M. c'est pas rigolo, il faut recompiler chaque fois

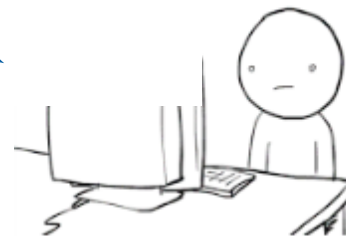
Bon, on va compiler une fois le FPGA et passer les données du temps réel au FPGA via une pile FIFO



ou DMA



Comment on fait ça ?





Tu achètes le livre sur « LabVIEW et la tour »  
ET/OU  
tu viens à l'université d'été

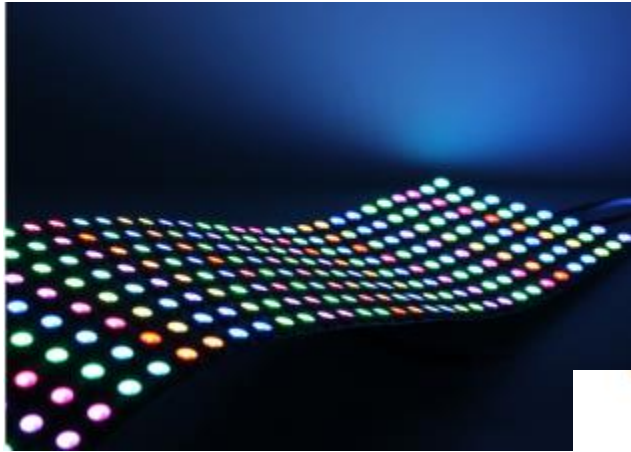


Quand tu vas lire la suite  
je pense que tu vas avoir envie

# 4° partie Le Nirvana



# Possibilités d'avoir des plaques de 256 LED flexibles



De faire son propre dessin en en mettant 4 panneaux les uns derrière les autres



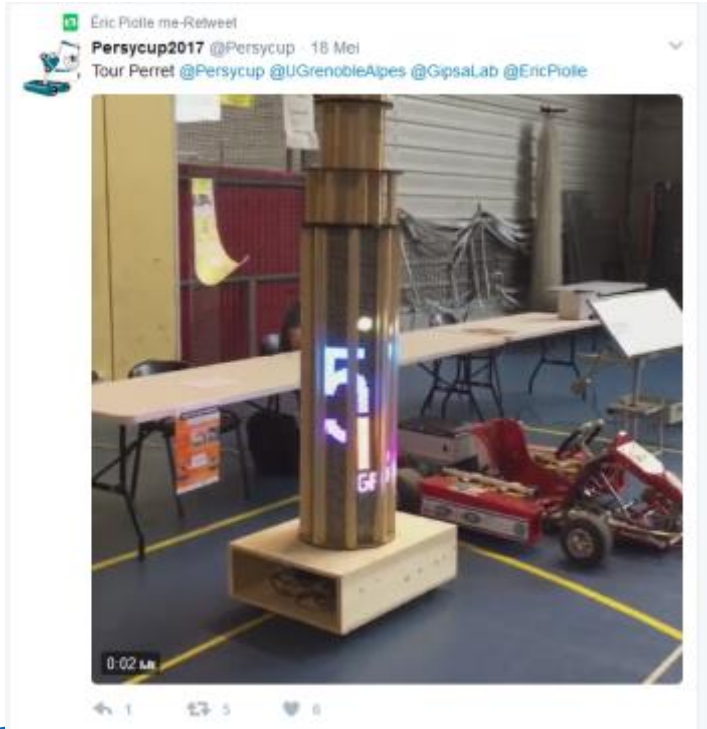
Ou de créer.....

# Sa propre tour Perret de 8000 LED





De faire défiler dessus les logos , au format BMP ,de Grenoble, de l'IUT mais aussi de National Instruments

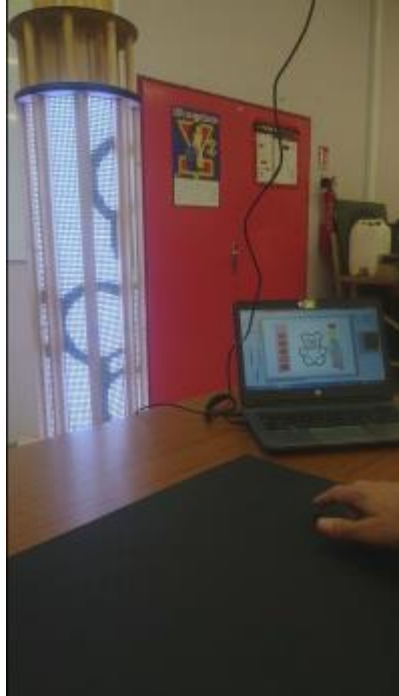


8 sorties de la myRIO sont utilisées,  
4 panneaux de 256 LED sur chaque sortie  
Soit 8000 LED

Notre programme sait gérer les 40  
sorties de la myRIO, soit 40000 LED

Les premières applications sont apparues

## Du doigt à l'oeil



# Ou le premier jeux « Perret snake »



# Et l'avenir: pour juin

un objet de -5m de hauteur,

- Rond de 5m de périmètre ( 1m60 de diamètre)
- 80 000 -90 000 LED



La Crown Fountain et son écran géant  
- Chicago, États-Unis

Concours de pixel-ART

Concours de programmation  
(jeux vidéo..)

~~Plus jamais de type de sélecteur~~



A plus long terme.

PENDANT DEUX ANS LA TOUR PERRET  
SERA EN RENOVATION



AVEC UN GROS ECHAFFAUDAGE

POURQUOI NE PAS ÊTRE



L'IUT de GRENOBLE VOUS REMERCIE

Restez **connectés** pendant et après NIDays



[ni.com/communaute-francophone](https://ni.com/communaute-francophone)



[facebook.com/nifrance](https://facebook.com/nifrance)



[twitter.com/nifrance](https://twitter.com/nifrance)



[youtube.com/nifrance](https://youtube.com/nifrance)