TP DECOUVERTE FPGA
MODULE ALTERA DE2-115

Objectif : *Au cours de ce TP d'initiation aux FPGA, nous allons utiliser la carte électronique embarquant un FPGA de la société ALTERA et allons étudier ses fonctionnalités de bases.*

I. QUELQUES MOTS SUR LES FPGA

Les composants FPGA sont des **circuits logiques programmables**. Ce sont les plus aboutis en matière d'intégration de **fonctions logiques**. Ils surpassent de loin les autres circuits logiques programmables couramment utilisés en électronique (PAL, GAL, CPLD). On les trouve dans tous les systèmes électroniques haut de gamme : Téléphones portables, cartes mère d'ordinateurs, chaines HI-FI, systèmes de cartes bancaires, …

Les FPGA possèdent les fonctionnalités suivantes :

- Cellules mémoires SRAM (RAM statique) ;
- Possibilité d'instancier un microcontrôleur ;
- Des centaines de milliers de portes logiques ;
- Des fonctions DSP (traitement du signal audio / vidéo) intégrées ;
- Des blocs PLL pour gérer les horloges (bases de temps très précises) de 500 MHz à 10 GHz ;
- Ils sont effaçables électriquement (on peut les programmer à volonté)

Ces circuits peuvent être programmés en utilisant différentes méthodes :

- Graphiquement en utilisant un logiciel de saisie de schémas électroniques numériques à base de fonctions logiques ;
- Sous forme de diagramme d'états ;
- En les programmant en langage VHDL (langage de description matériel qui décrit la structure d'un circuit numérique).

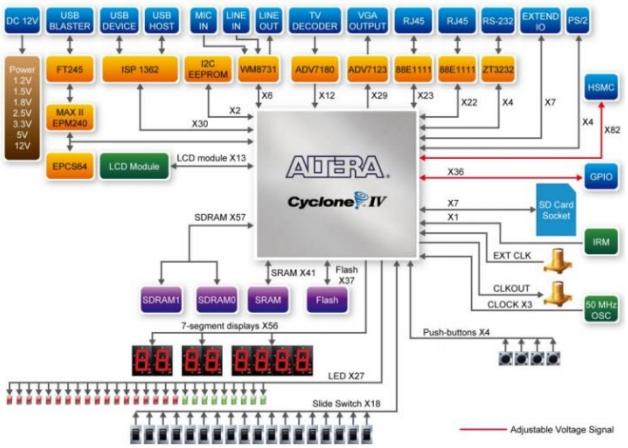
II. MISE EN PLACE DU TP, DESCRIPTION DU MATERIEL

Pour réaliser ce TP, veuillez vérifier que vous possédez le matériel suivant :

- Un ordinateur avec Windows Seven ;
- La suite des logiciels Altera QUARTUS II ;
- Une carte de développement DE2-115 (comprenant un module, un câble USB et un adaptateur pour prise 220V).
- Le manuel de la carte DE2-115

1. Caractéristiques du module DE2-115

Le schéma bloc du module DE2-115 est représenté ci-dessous :

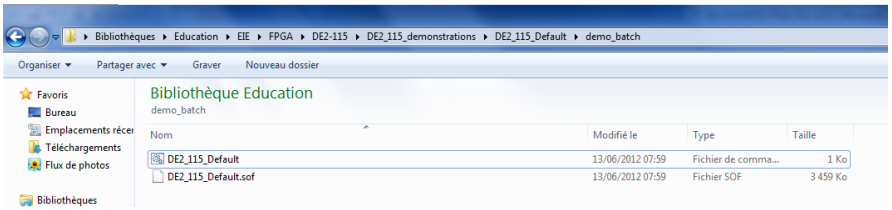


2. Premiers tests de la carte

La carte est livrée avec des démonstrations. Elles se trouvent dans le répertoire « Démonstrations » du CD-ROM « DE2-115 ».

Comme premier exemple, exécutons la démonstration par défaut :

1. Se rendre dans le répertoire « Demonstrations\DE2_115_Default\Demo-Batch\ » et exécuter le programme « DE2_115_default » :

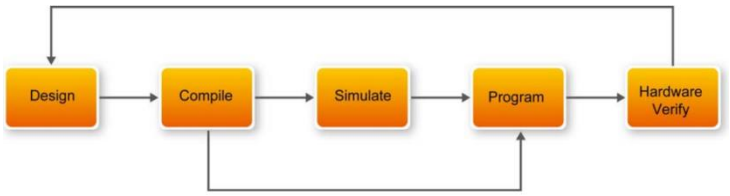


Les afficheurs et les LED de la carte devraient se mettre à clignoter.

III. CREATION D'UN PREMIER PROJET FPGA

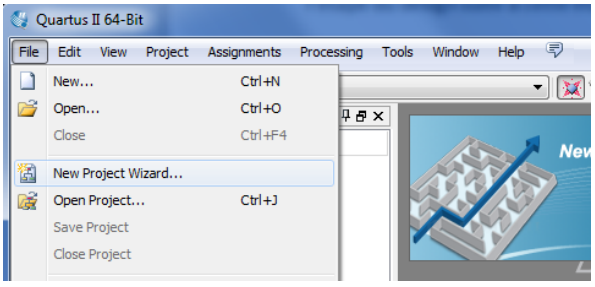
1. Etapes réalisées lors de l'élaboration d'un projet

L'élaboration d'un projet suit la procédure décrite ci-dessous :



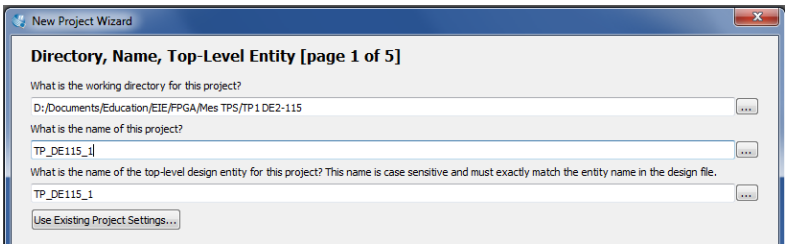
2. Mise en place du projet

Nous allons commencer par créer un nouveau projet sous le logiciel Quartus II. Sur la page principale du logiciel, sélectionner « **Fichier > New Project Wizard** » :



Sur la page qui s'affiche, cliquer sur « Suivant ».

Sur la page vous demandant des informations relatives aux fichiers, sélectionner un répertoire de travail de votre choix, et nommer votre projet sous le nom « **TP_DE115_1** ». Cliquer ensuite sur « Suivant ».



La fenêtre suivante vous permet d'ajouter éventuellement des fichiers supplémentaires (librairies, fichiers sources, …) Dans notre cas, cliquer sur « Suivant ».

Nous allons avoir besoin de définir le composant FPGA utilisé sur la carte DE2-115. En vous aidant du manuel de la carte DE2-115 en page 10, répondez aux questions ci-dessous.

Question : Cocher la bonne réponse : Le circuit FPGA de la carte DE2-115 est un FPGA de la société ALTERA, qui appartient à la famille …

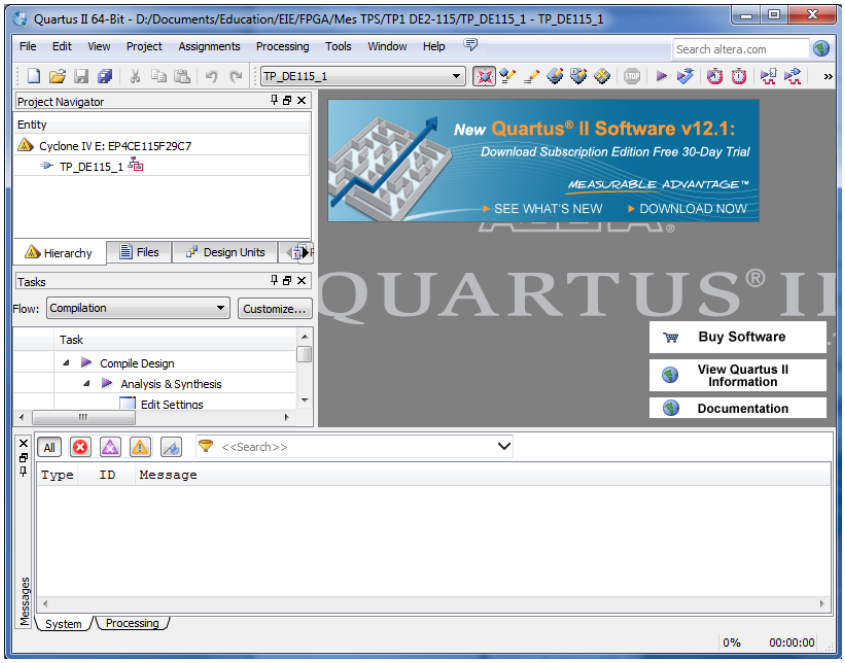
□ Arria II GX □ Cyclone II □ Cyclone IV E □ MAX II

Question: La désignation exacte est:

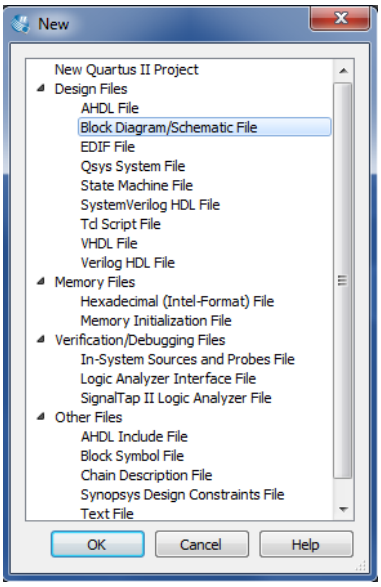
□ Cyclone IV EP4CE22F17C6 □ Cyclone IV EP4CE115F29C7

Une fois le bon circuit trouvé, sélectionnez-le dans le logiciel et cliquer sur « Suivant ». Cliquer ensuite sur « Finish ».

Votre projet est maintenant configuré. L'écran du logiciel devrait ressembler à celui-ci :



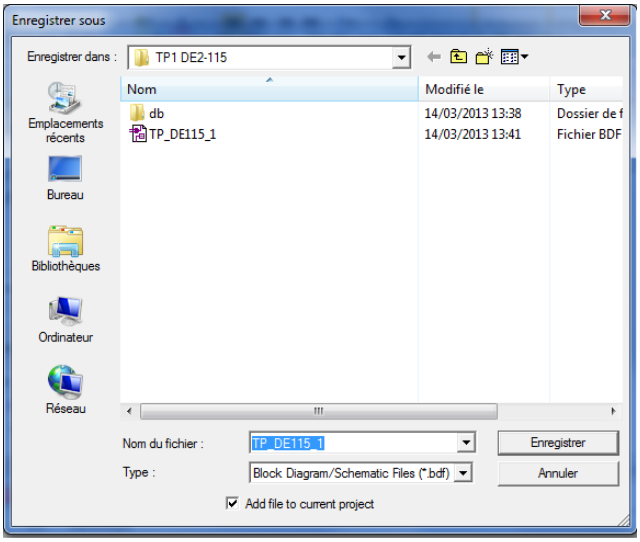
3. Design du projet



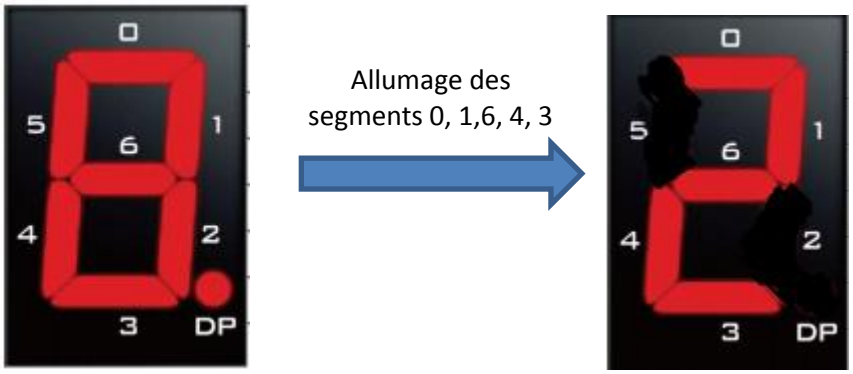
Nous allons créer un projet permettant d'afficher un chiffre sur un des afficheurs 7-segments se trouvant sur la carte.

Pour commencer, il faut créer un module de haut niveau (top-level module). Pour cela, aller dans « **File > New** » et créer un fichier de type « **Block Diagram/Schematic File** ».

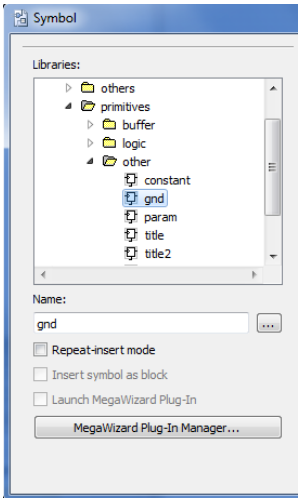
Enregistrer tout de suite ce fichier (**File > Save as …**) sous le nom **TP_DE115_1** (nom par défaut).



Pour réaliser l'affichage d'un chiffre sur un afficheur 7-segment, il suffit d'allumer les bons segments à LED se trouvant sur l'afficheur. Par exemple, pour afficher le nombre « 2 » il faut allumer les segments : 0, 1, 6, 4 et 3 :



Question : En vous aidant de la page 36 du manuel, donner le niveau logique à appliquer à un segment pour qu'il s'allume.



Insérer une masse (GND) sur votre schéma : Clic droit **> Insert > Symbol**. Sélectionner ensuite une **primitive** de type **other / GND**. Placez-là sur le schéma.

Insérer maintenant une sortie (primitive de type PIN / Output), que vous nommerez « Seg0_Af0 » (ce qui signifie Segment 0 de l'afficheur 0) puis relier GND à la sortie. Ainsi, la broche Seg0_Aff0 que nous relierons au segment de l'afficheur correspondant sur la carte sera relié à la masse :

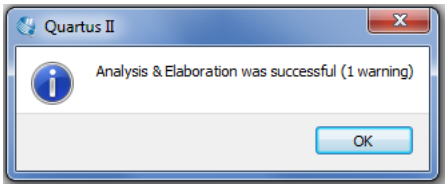
Il reste maintenant à indiquer au logiciel à quelle broche réelle correspond la sortie Seg0_Aff0 par rapport au circuit FPGA de la carte. La manière dont sont connectés les afficheurs se trouve en page 36 du manuel.

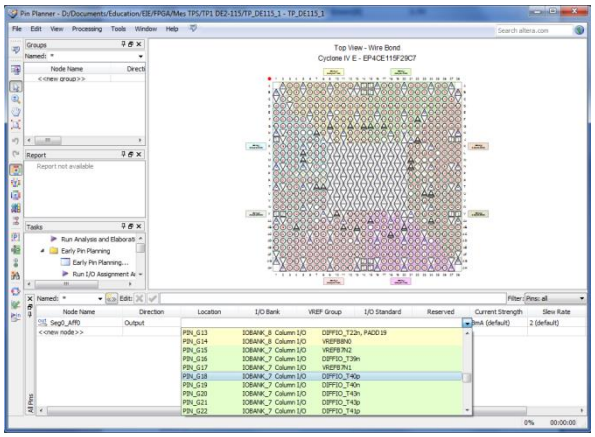
Question : En vous aidant du manuel en page 36, indiquer le numéro de la broche du circuit FPGA connecté au segment 0 de l'afficheur 0 (HEX0[0]) de la carte DE2-115.

FPGA Pin No. (du segment HEX0[0]) = ……..

Une fois l'information trouvée, procéder à l'assignement des broches du projet :

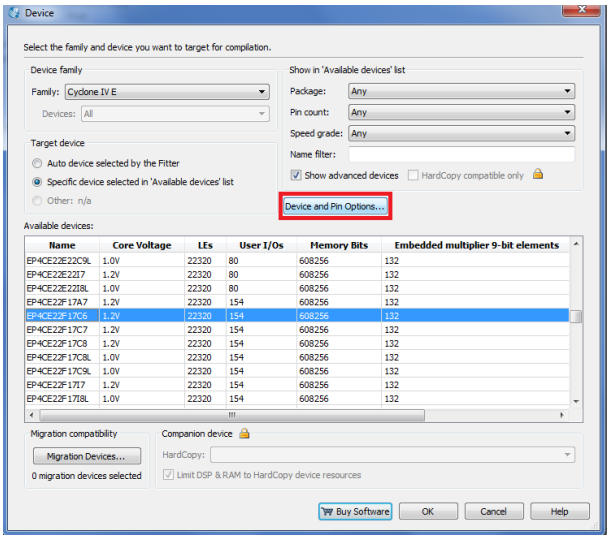
1. Sélectionner « Processing > Start > Start Analysis & Elaboration "
2. Vous devriez avoir le message suivant. Cliquer sur OK.
3. Sélectionner ensuite la fonction « Assignments > Pin Planner »
4. Faire un double clic sur la case « **Location** » et sélectionner le numéro de la broche adéquate.



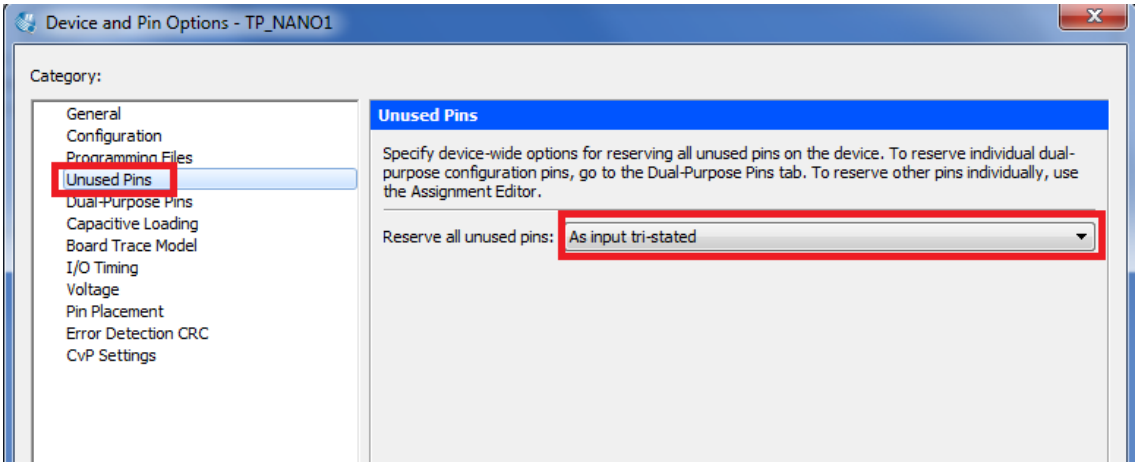


Exécuter la fonction « **Processing > Start I/O Assignment analysis** » et fermer la fenêtre une fois l'assignation de la broche LED0 effectuée.

Il nous reste maintenant à préciser au compilateur l'état (c'est-à-dire la tension) que doivent avoir les broches lorsqu'elles ne sont pas utilisées. Pour cela, aller dans le menu « **Assignment > Device** » puis cliquer sur « **Device and pin options »** :



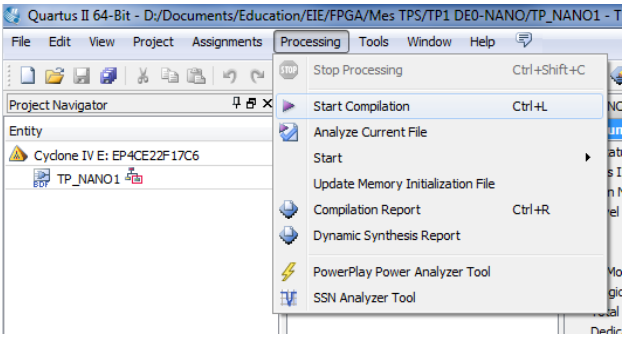
Sélectionner ensuite la fonction « **Unused Pins** » sur la gauche et donner la valeur « **As Input tri-stated** »



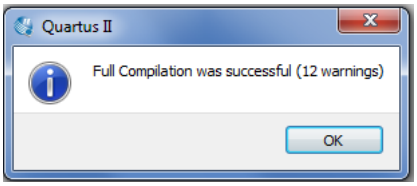
Cliquer sur OK et fermer les fenêtres.

4. Compilation du projet

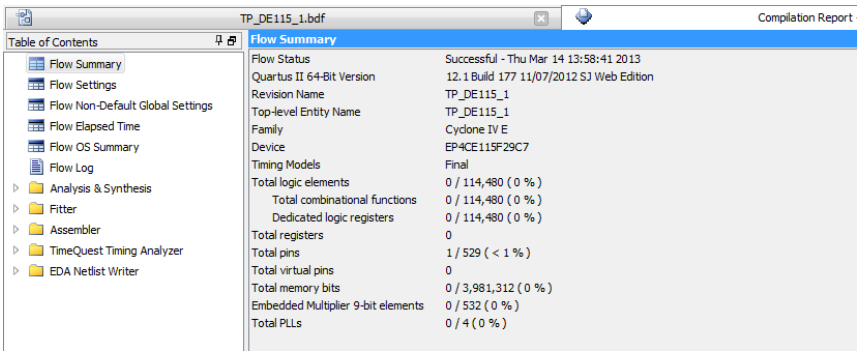
Pour compiler le projet, exécuter la fonction « **Processing > Start Compilation** ».



Le projet se compile et vous devriez obtenir le message suivant :



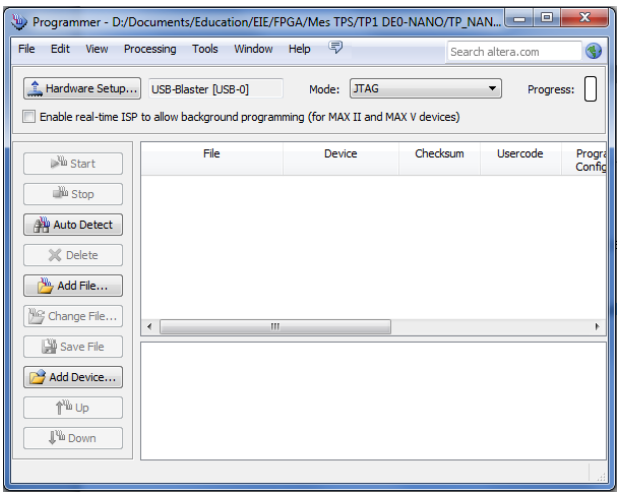
En cliquant sur « **Flow Summary** », on s'aperçoit que notre projet n'a consommé aucune ressource du FPGA (uniquement 1 broche). Ceci est normal car notre projet n'utilise aucune fonction logique ni autres ressources.

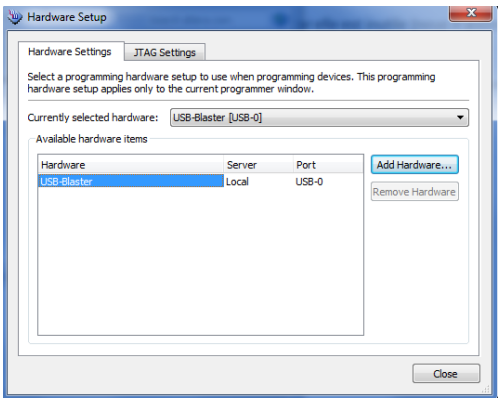


5. Programmation du FPGA

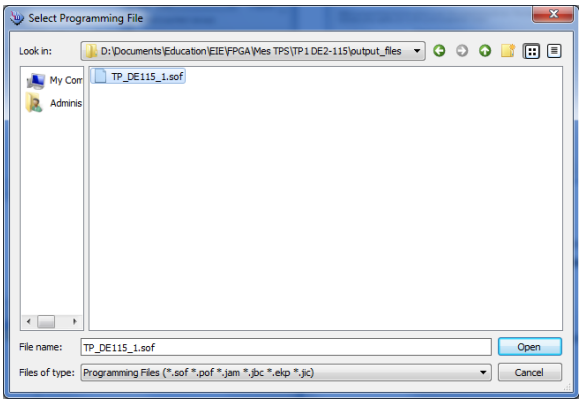
L'étape de simulation n'est pas effectuée pour ce projet car elle est inutile (nous n'avons qu'un seul signal de sortie, le schéma est très simple).

Pour programmer le FPGA, sélectionner la fonction « **Tools > Programmer** ». Dans la fenêtre qui s'ouvre, sélectionner « **Hardware Setup** ». Sélectionner ensuite le programmateur « **USB-Blaster** » et valider.



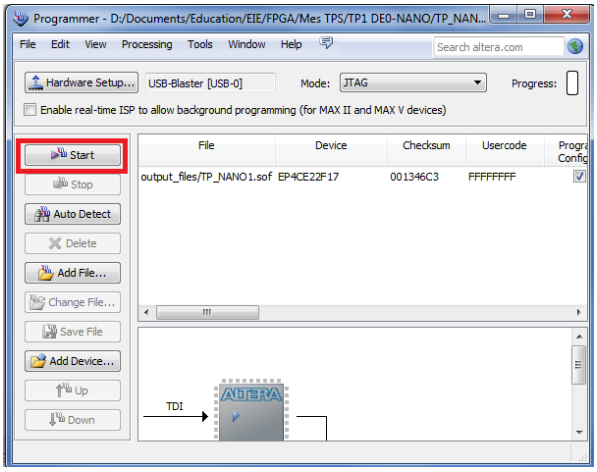


Cliquer ensuite sur « **Add Files…** » afin d'ajouter le fichier compilé du projet. C'est un fichier avec l'extension « **.SOF** » qui se nomme « **TP_DE115_1** » et se trouve dans le répertoire « **Output Files** » :



Sélectionner le fichier et cliquer sur « Open »

Pour lancer la programmation, cliquer ensuite sur « **Start** ».



La programmation est lancée et le segment de l'afficheur 0 devrait s'allumer sur la carte.

6. Affichage d'un chiffre en entier

Modifier le schéma en ajoutant ce qu'il faut pour afficher le chiffre 2 sur l'afficheur 0.

Compiler et programmer le projet ainsi modifié. Vérifier qu'il fonctionne correctement.