

LabVIEW[®]

Base de programmation

CENTRE MICROELECTRONIQUE DE PROVENCE

Recueil de travaux dirigés

Proposés par Michel Fiocchi

Michel Fiocchi

Enseignant Chercheur – Responsable de l'option Systèmes Embarqués

 (04) 42 12 68 53

 fiocchi@emse.fr

 Centre Microélectronique de Provence(CMP)- Georges Charpak-Avenue des Anémones - 13541 Gardanne

Table des Matières

Avertissements	7
CREATION D'UN VI	9
Exercice n° 1: Calcul direct	10
Exercice n° 2: Calcul dans le plan complexe	16
Exercice n° 3: Création d'un Sous-VI	22
BOUCLES ET GRAPHS DEROULANTS	25
Exercice n° 1: Fonction de transfert – boucle for	26
Exercice n° 2: Fonction de transfert – boucle while	32
Exercice n° 3: Registres à décalage	38
Exercice n° 4: Graphe déroulant multi-courbes	46
TABLEAUX ET GRAPHS	55
Exercice n° 1: Vectorisation d'un problème	56
Exercice n° 2: Création d'un tableau par programme	62
Exercice n° 3: Graphe XY- diagramme de Bode	68
Exercice n° 4: VI principal	74
STRUCTURES CONDITION	85
Exercice n° 1: Visualisation de la réponse Impulsionnelle ou Indicielle	86
Exercice n° 2: Programmation événementielle	96
FICHIERS	111
Exercice n° 1: Fonction de transfert d'un filtre Butterworth	112
Exercice n° 2: Enregistrement de la fonction de transfert	118
Exercice n° 3: Enregistrement de la fonction de transfert complément	124
Exercice n° 4: Enregistrement de la fonction de transfert fonctions intermédiaires	130
Exercice n° 5: Fichier de configuration	136

Avertissements

Ce document a été rédigé pour des élèves ingénieurs de 2^{ème} année qui se destinent aux métiers de l'informatique industrielle. A partir de l'étude d'un système du second ordre, les apprenants vont se familiariser avec l'environnement de développement LabVIEW™ 8.20 et la programmation par flux de données.

Ce recueil ne constitue pas un cours sur LabVIEW™ mais un document d'accompagnement aux documents électroniques fournis par National Instrument (Initiation à LabVIEW™ , Principes de base de LabVIEW™, Aide en ligne, Aide LabVIEW™).

CREATION D'UN VI



Ce premier TD est le support à une présentation de l'environnement de développement LabVIEW.

Il illustre les 6 premiers chapitres du Manuel Principes de base de LabVIEW.

Le lecteur pourra consulter les rubriques « Présentation des Instruments Virtuels », « Environnement LabVIEW », « Construction de la face-avant » et « Construction du diagramme » de l'aide en ligne.

POINTS DE COURS

- Commandes et Indicateurs
 - palettes, Outils
 - exécution des Vis
 - polymorphes, fonctions
 - sous-VIs
-



TD1_1.vi

Exercice n° 1: Calcul direct

A partir des formules du module et de la phase de la transmittance isochrone d'un système du 2nd ordre exprimées en fonction de la pulsation nous réalisons un instrument virtuel (VI) dont les paramètres d'entrés sont le gain statique **K**, la pulsation naturelle ω_n et l'amortissement ξ .

La pulsation ω est exprimée en radian par seconde, la phase Φ en radian et le module **A** sans unité. Pour mémoire nous rappelons ci-dessous les expressions mathématiques.

$$H(j\omega) = \frac{K}{1 + \frac{2\xi}{\omega_n} j\omega - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2}$$
$$A = |H(j\omega)| = \frac{K\omega_n^2}{\sqrt{\omega_n^4 + \omega^4 + (4\xi^2 - 2)\omega^2\omega_n^2}}$$
$$\Phi = \text{Arg}[H(j\omega)] = -\text{Arctg}\left[\frac{2\xi\omega\omega_n}{\omega_n^2 - \omega^2}\right]$$

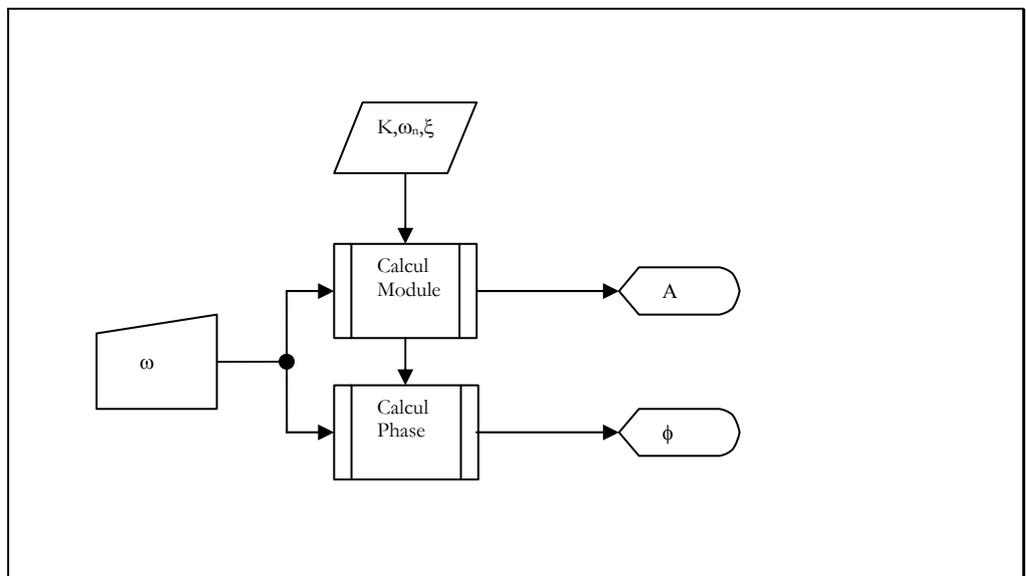
TD1 : CREATION D'UN VI

TRAVAIL A EXECUTER

- **Analyse** en terme de flux de données.
- **Mise en place** des éléments de la face avant.
- **Enregistrement**
- **Réalisation** du diagramme
- **Sauvegarde**

L'analyse du problème consiste à définir les blocs fonctionnels et leur enchaînement, à identifier et définir les variables et paramètres d'entrées / sorties, puis à arrêter une ergonomie de la face avant (en général dans le respect d'une charte graphique).

Flux de données



TD1 : CREATION D'UN VI

Variables et Paramètres

Variable						
ω		Pulsation définie comme $2.\pi.f$				
Sous titre		Pulsation	<i>type</i>	double		
			<i>apparence</i>			
<i>défaut</i>	300.00	<i>Min</i>	0	<i>max</i>		<i>inc</i>

Paramètre						
ω_n		Pulsation naturelle ($2.\pi.f_n$) obtenue à partir de la fréquence oscillation libre du système f_n				
Sous titre		Pulsation Naturelle	<i>type</i>	double		
			<i>apparence</i>			
<i>défaut</i>	314.00	<i>Min</i>	0	<i>max</i>		<i>inc</i>

Paramètre						
K		Gain statique				
Sous titre		Gain	<i>type</i>	double		
			<i>apparence</i>			
<i>défaut</i>	1	<i>Min</i>	0	<i>max</i>		<i>inc</i>

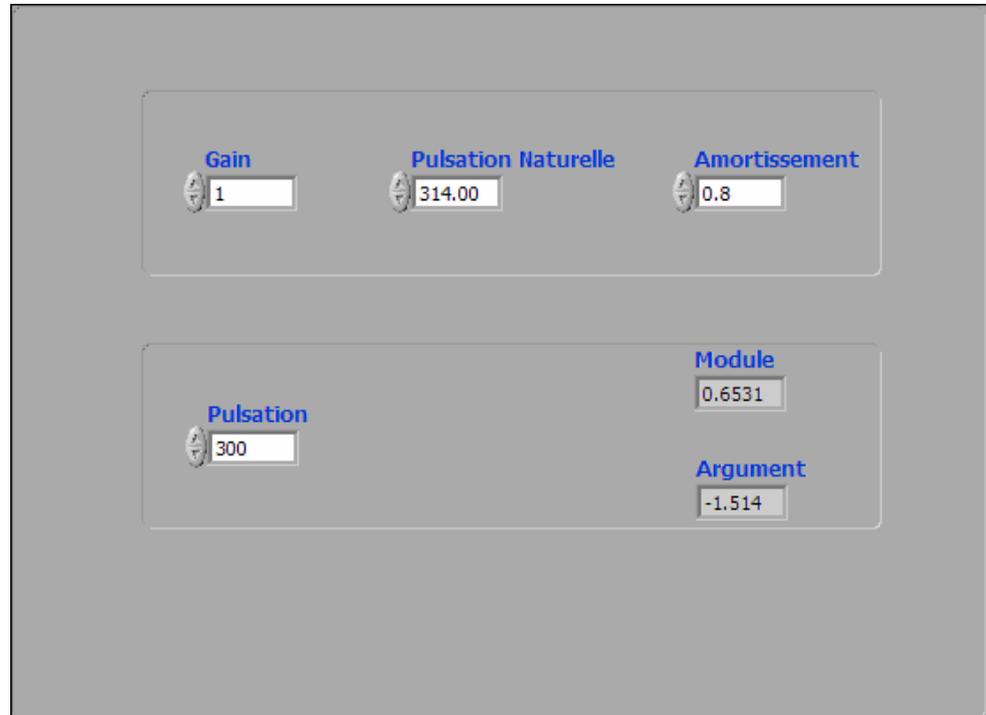
Paramètre						
ξ						
Sous titre		Amortissement	<i>type</i>	double		
			<i>apparence</i>			
<i>défaut</i>	0.8	<i>Min</i>	-1	<i>max</i>	1	<i>inc</i>

Résultat						
A						
Sous titre		Module	<i>type</i>	double		
			<i>apparence</i>			

Résultat						
Φ						
Sous titre		Argument	<i>type</i>	double		
			<i>apparence</i>			

TD1 : CREATION D'UN VI

Eléments d'ergonomie



Format de la face avant : 570x430 pixels

Seul le Sous-Titre des objets est visible et de couleur bleu

Alignement des objets sur la grille.

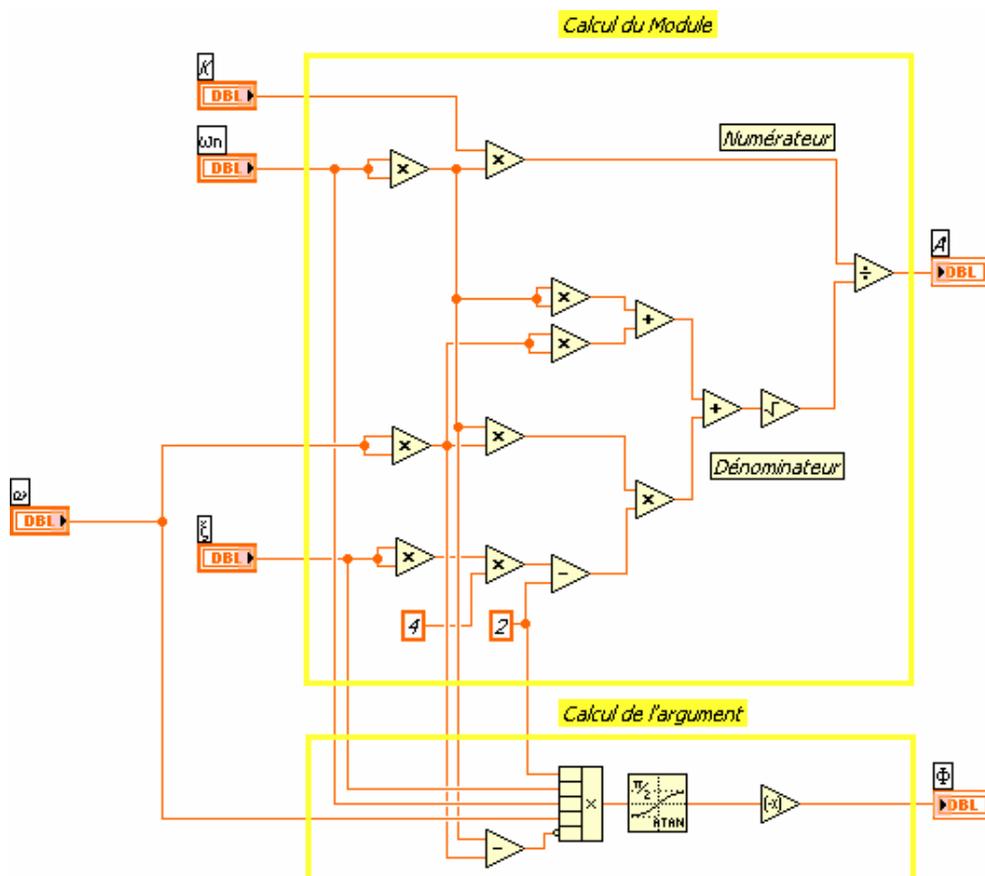
TD1 : CREATION D'UN VI



TD1_1.vi

Exercice n° 1: Calcul direct

Block Diagramme



Les terminaux des contrôles et indicateurs, les constantes et les fonctions sont alignés de façon à faciliter la lecture.

Les terminaux des contrôles relatifs aux variables d'entrée sont à l'extrême gauche, ceux relatifs aux indicateurs de sortie à l'extrême droite.

Les blocs fonctionnels sont clairement identifiés (en jaune) et annotés (en noir sur fond jaune) avec du texte libre.



TD1_2.vi

Exercice n° 2: Calcul dans le plan complexe

A partir de l'expression de la fonction de transfert d'un système du 2nd ordre exprimées en fonction de la variable de Laplace nous réalisons un instrument virtuel (VI) dont les paramètres d'entrés sont le gain statique **K**, la pulsation naturelle ω_n et l'amortissement ξ .

La phase Φ en radian et le module **A** sans unité sont obtenus à partir du module et de l'argument du résultat complexe de l'évaluation de la fonction de transfert. Pour mémoire nous rappelons ci-dessous l'expression mathématique de cette dernière.

$$H(p) = \frac{K}{1 + \frac{2\xi}{\omega_n} p + \left(\frac{p}{\omega_n}\right)^2}$$

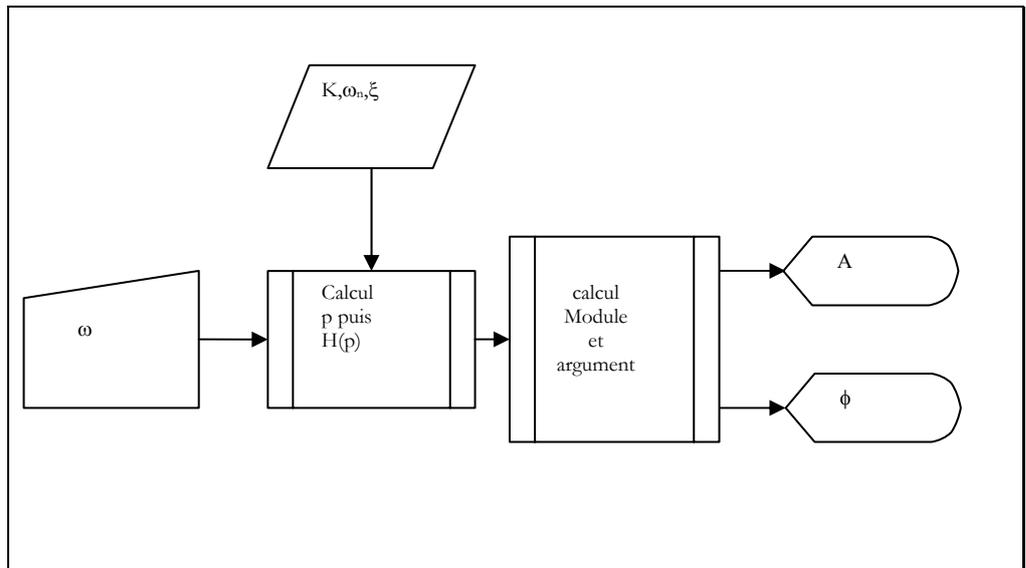
TD1 : CREATION D'UN VI

TRAVAIL A EXECUTER

- **Analyse** en terme de flux de données.
- **Mise en place** des éléments de la face avant.
- **Enregistrement**
- **Réalisation** du diagramme
- **Sauvegarde**

Ce travail met en évidence le polymorphisme des fonctions de base de LabVIEW.

Flux de données



TD1 : CREATION D'UN VI

Variables et Paramètres

Variable						
ω		Pulsation définie comme $2.\pi.f$				
Sous titre		Pulsation	<i>type</i>		double	
			<i>apparence</i>			
<i>défaut</i>	300.00	<i>Min</i>	0	<i>max</i>		<i>inc</i>

Paramètre						
ω_n		Pulsation naturelle ($2.\pi.f_n$) obtenue à partir de la fréquence oscillation libre du système fn				
Sous titre		Pulsation Naturelle	<i>type</i>		double	
			<i>apparence</i>			
<i>défaut</i>	314.00	<i>Min</i>	0	<i>max</i>		<i>inc</i>

Paramètre						
K						
Sous titre		Gain	<i>type</i>		double	
			<i>apparence</i>			
<i>défaut</i>	1	<i>Min</i>	0	<i>max</i>		<i>inc</i>

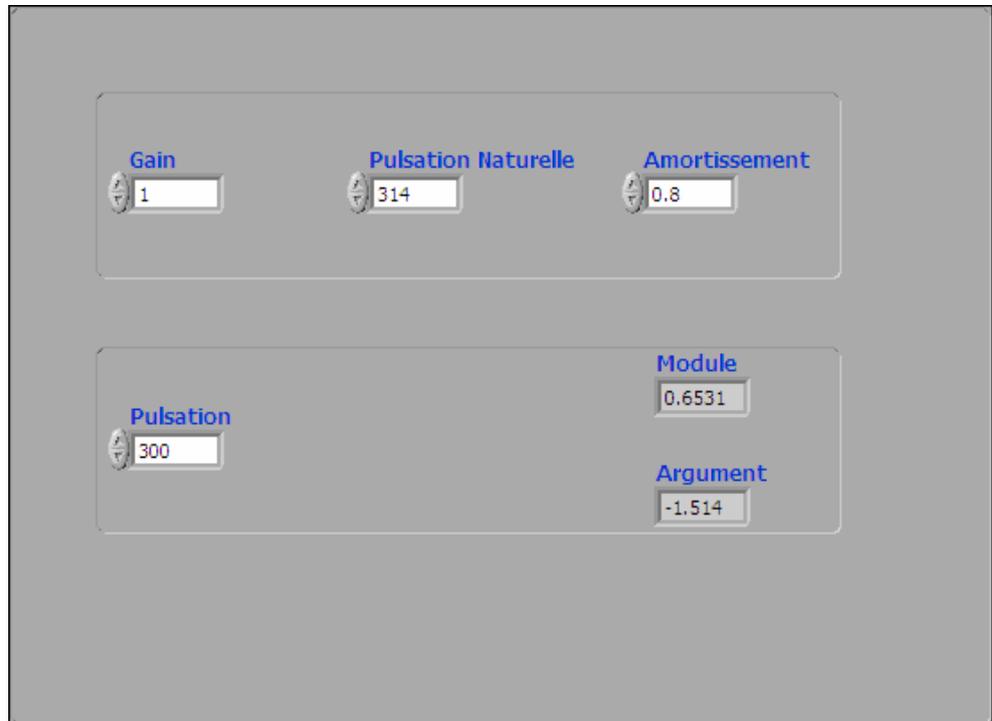
Paramètre						
ξ						
Sous titre		Amortissement	<i>type</i>		double	
			<i>apparence</i>			
<i>défaut</i>	0.8	<i>Min</i>	-1	<i>max</i>	1	<i>inc</i>

Résultat						
A						
Sous titre		Module	<i>type</i>		double	
			<i>apparence</i>			

Résultat						
Φ						
Sous titre		Argument	<i>type</i>		double	
			<i>apparence</i>			

TD1 : CREATION D'UN VI

Eléments d'ergonomie



Format de la face avant : 570x430 pixel

Seul le Sous-Titre des objets est visible et de couleur bleu

Alignement des objets sur la grille

TD1 : CREATION D'UN VI



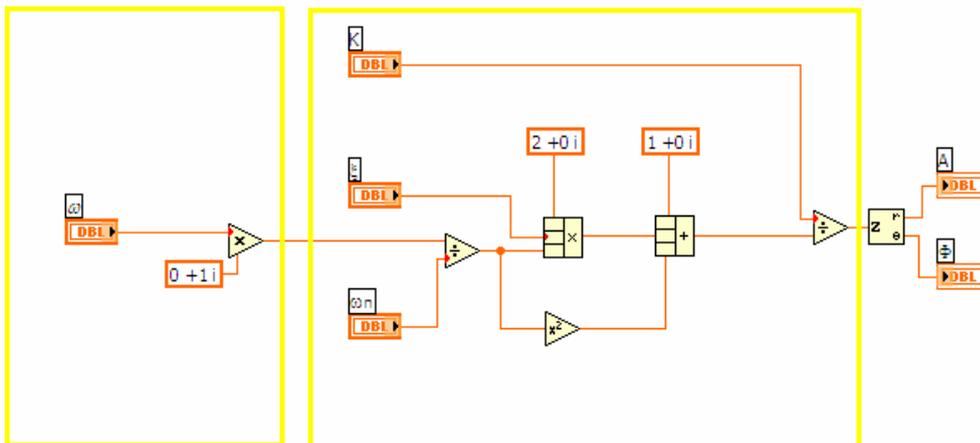
TD1_2.vi

Exercice n° 2: Calcul dans le plan complexe

Block Diagramme

Création de la pulsation complexe

calcul de la fonction de transfert



La multiplication par la constante complexe $0+i$ transforme la pulsation en pulsation complexe.

Les entrées des fonctions s'adaptent au type de donnée le plus large (en nombre d'octets utilisés pour le codage). Le lecteur remarquera les points de coercion (en grisé sur l'entrée) lorsqu'il y a changement de type (par exemple l'entrée ω_n de la fonction `diviser`).



TD1_2.vi

Exercice n° 3: Création d'un Sous-VI

Le programme 'TD1_2.vi' doit pouvoir communiquer avec d'autres programmes. Pour se faire, il nous faut définir des *liaisons* entre les contrôles et indicateurs de la face avant et les programmes appelants. C'est le rôle des *connecteurs* situés derrière l'icône de la face avant.

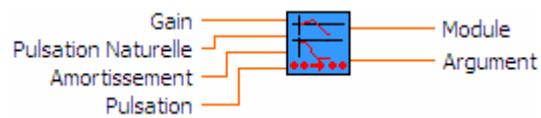
Il faudra également documenter et illustrer de façon pertinente notre VI afin qu'il soit facilement réutilisable.

TD1 : CREATION D'UN VI

TRAVAIL A EXECUTER

- **Définition** des connecteurs
- **Dessin** de l'icône
- **Rédaction** de l'aide en ligne
- **Documentation** du VI
- **Sauvegarde**

Plan de connexion et icône



Documentation

« Calcule la valeur de la transmittance Isochrone d'un système du 2^{ème} ordre pour une valeur donnée de la pulsation ω . »

L'aide relative au VI sera complète et fera référence au fichier [TD1_help.html](#)

TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS

BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS



Pour valider le VI développé du 1^{er} TD, nous allons tracer les courbes de gain et de phase du système du 2nd ordre étudié.

Le lecteur pourra se reporter aux chapitres 8 et 10 du Manuel Principes de base de LabVIEW.

POINTS DE COURS

- Graphe déroulant
 - Appel, sous-VI
 - Nœud, propriétés
 - Boucles, For et Boucles, While
 - Registres à décalage et Nœud de rétroaction
-

TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS



TD2_1.vi

Exercice n°1: Fonction de transfert – boucle for

Nous allons représenter les valeurs du module et de la phase (exprimée en degrés) en fonction de la fréquence (de 0 à 100 hz par pas de 1 hz) en fixant la pulsation naturelle ω_n à 314 rd/s et le gain statique K à 1. L'amortissement ξ devra pouvoir varier sur sa plage de validité par pas de 0,1.

Pour valider le VI, nous observerons la présence d'un pic de résonance. Pour mémoire nous rappelons ci-dessous les expressions mathématiques nécessaires.

Si la dérivée de $|H(j\omega)|$ s'annule, le gain du système passe par un maximum, on dit qu'il y a résonance. On a alors :

$$\omega^2 + (2\xi^2 - 1) \cdot \omega_n^2 = 0$$

ce qui n'est possible que si $(2\xi^2 - 1) > 0$ c'est à dire $\xi < \frac{1}{\sqrt{2}}$

La résonance a lieu pour:

$$\omega = \omega_r = \omega_n \cdot \sqrt{1 - 2\xi^2}$$

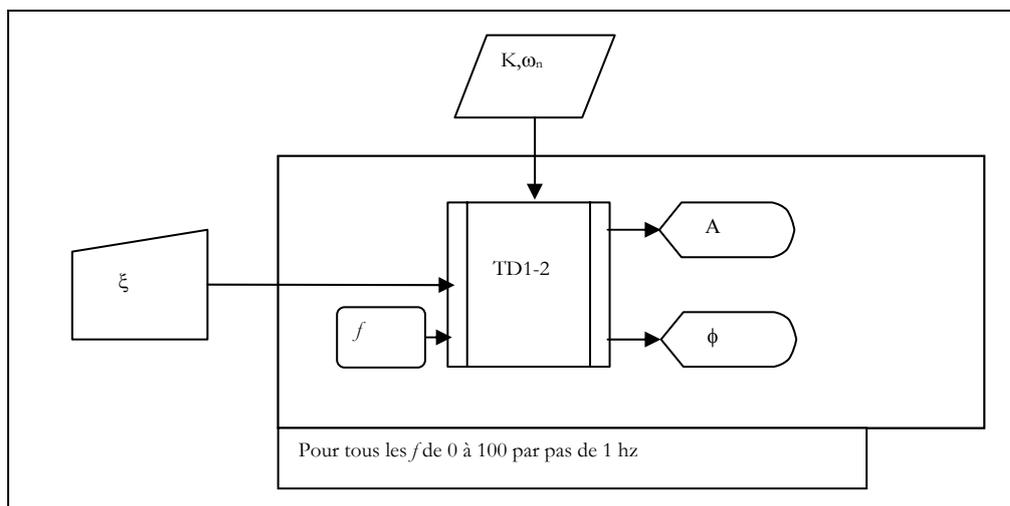
ω_r est appelée pulsation de résonance du système.

TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS

TRAVAIL A EXECUTER

- **Analyse** en terme de flux de données.
 - **Mise en place** des éléments de la face avant.
 - **Enregistrement**
 - **Réalisation** du diagramme
 - **Sauvegarde**
-

Flux de données



TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS

Variables et Paramètres

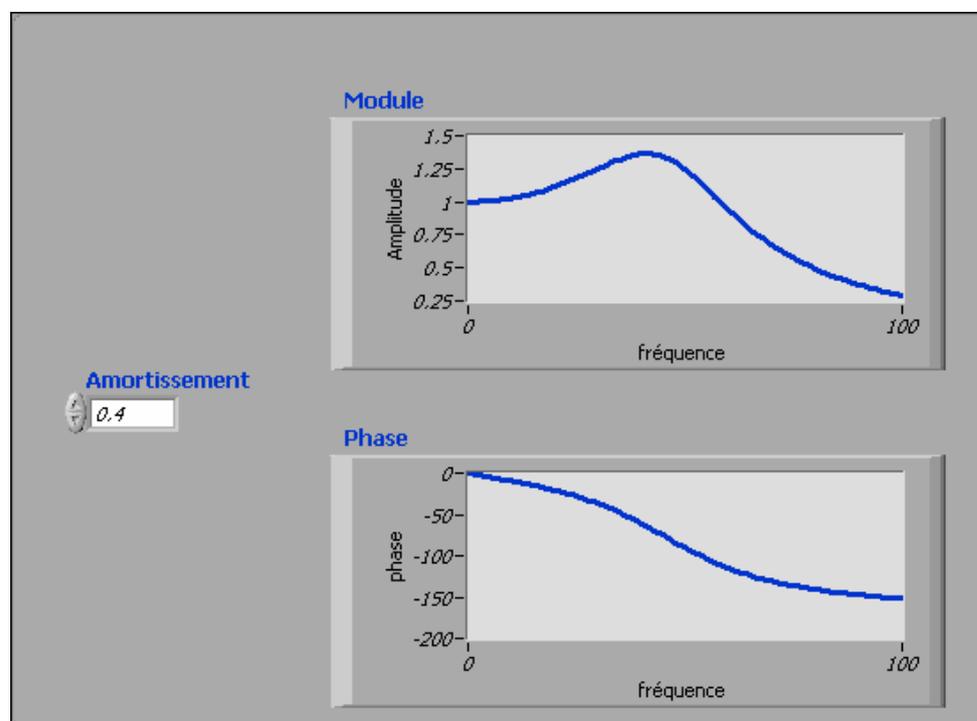
Paramètre							
ξ							
Sous titre		Amortissement		<i>type</i>	double		
				<i>apparence</i>			
<i>défaut</i>	0.8	<i>Min</i>	-1	<i>max</i>	1	<i>inc</i>	0.1

Résultat						
Module						
Sous titre		Module		<i>type</i>	double	
				<i>apparence</i>	Graphe déroulant	

Résultat						
Phase						
Sous titre		Phase		<i>type</i>	double	
				<i>apparence</i>	Graphe déroulant	

TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS

Eléments d'ergonomie



Format de la face avant : 570x430 pixels

Seul le Sous-titre des objets est visible et de couleur bleu

Alignement des objets sur la grille

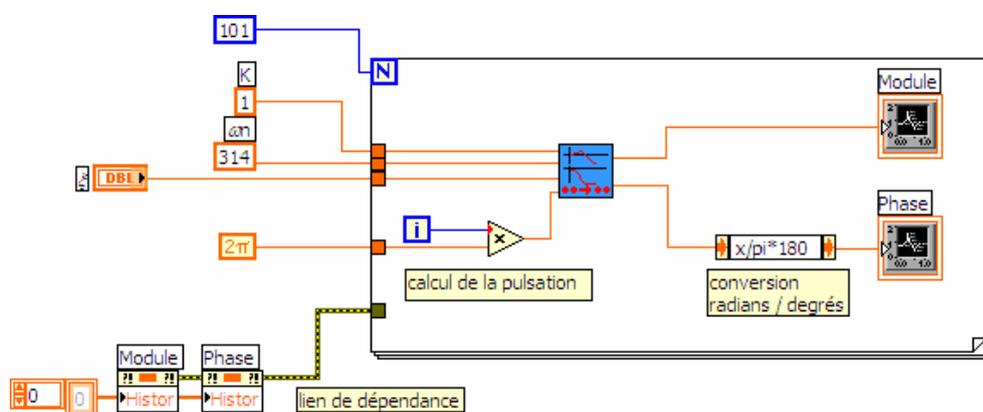
TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS



TD2_1.vi

Exercice n° 1: Fonction de transfert- boucle for

Block Diagramme



Pour des raisons de lisibilité les terminaux des graphes sont visualisés sous forme d'icônes.

TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS

Tous les éléments dont la valeur est constante pour la boucle sont évalués à l'extérieur de celle-ci.

L'indice de boucle varie de 0 à N-1.

Pour initialiser un graphe déroulant, la pile de l'historique des affichages (*nœud de propriétés*) est chargée par une structure vide.

L'effacement des graphes doit se faire avant toute écriture ; le ***lien de dépendance*** impose que la boucle démarre après la modification des propriétés des graphes.

TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS



TD2_2.vi

Exercice n° 2: Fonction de transfert – boucle while

En gardant les mêmes paramètres, pulsation naturelle ω_n à 314 rd/s et le gain statique K à 1, nous modifions le VI précédent afin d'imposer une fréquence de début et une fréquence de fin pour les graphes. Il sera ainsi possible de visualiser précisément l'allure des courbes autour de la fréquence naturelle (50 hz) .

TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS

TRAVAIL A EXECUTER

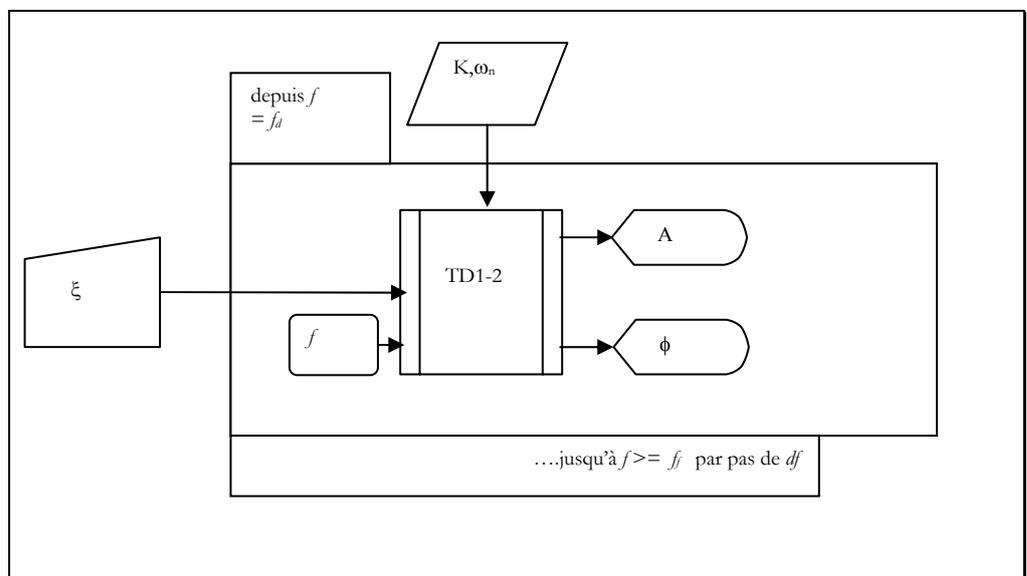
- **Analyse** en terme de flux de données.
- **Modification** des éléments de la face avant (à partir de TD2_1.vi)
- **Enregistrement**
- **Modification** du diagramme
- **Sauvegarde**

Pour améliorer la lisibilité des diagrammes, le pas en fréquence devra être paramétrable.

Comme pour toutes les études relatives à une structure de boucle, le lecteur prendra soin d'analyser le fonctionnement pour une itération courante avant de se pencher sur l'initialisation de la boucle et les conditions d'arrêt.

Les graphes nécessitent ici une initialisation détaillée.

Flux de données



TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS

Variables et Paramètres

Paramètre							
ξ							
Sous titre		Amortissement		<i>type</i>	double		
				<i>apparence</i>			
<i>défaut</i>	0.8	<i>Min</i>	-1	<i>max</i>	1	<i>inc</i>	0.1

Paramètre							
f_d							
Sous titre		Fréquence début		<i>type</i>	double		
				<i>apparence</i>			
<i>défaut</i>	10	<i>Min</i>	0	<i>max</i>	50	<i>inc</i>	0.1

Paramètre							
f_r							
Sous titre		Fréquence fin		<i>type</i>	double		
				<i>apparence</i>			
<i>défaut</i>	80	<i>Min</i>	50	<i>max</i>	100	<i>inc</i>	0.1

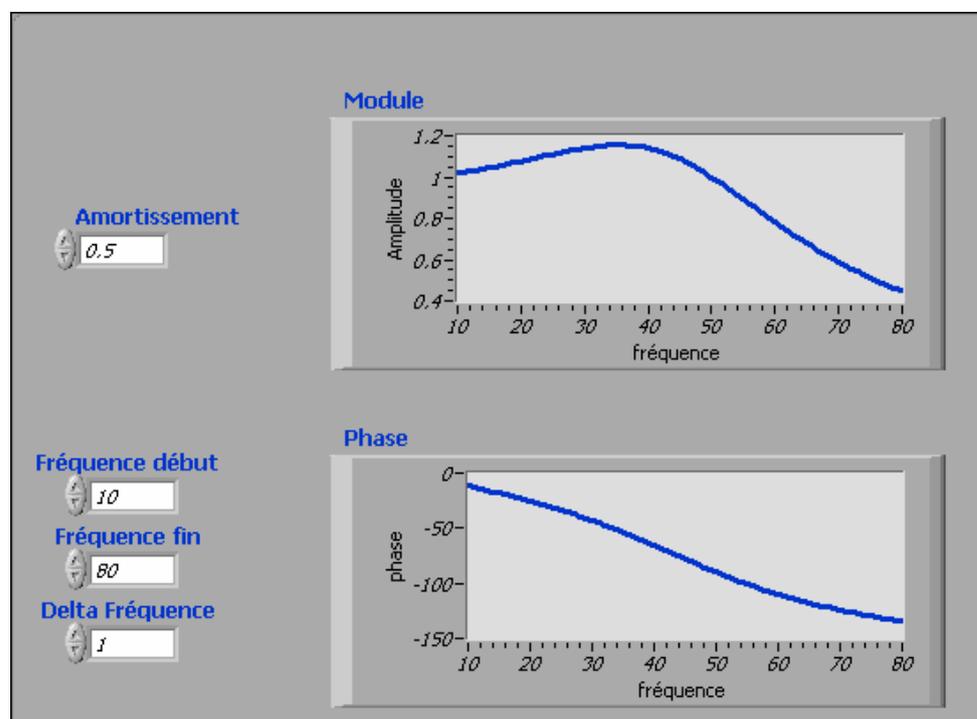
Paramètre							
df							
Sous titre		Delta fréquence		<i>type</i>	double		
				<i>apparence</i>			
<i>défaut</i>	1	<i>Min</i>	0	<i>max</i>	2	<i>inc</i>	0.01

Résultat							
Module							
Sous titre		Module		<i>type</i>	double		
				<i>apparence</i>	Graphe déroulant		

Résultat							
Phase							
Sous titre		Phase		<i>type</i>	double		
				<i>apparence</i>	Graphe déroulant		

TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS

Eléments d'ergonomie



Les échelles en Y sont automatiques

Les échelles en X doivent être configurées en fonction des paramètres de fréquence.

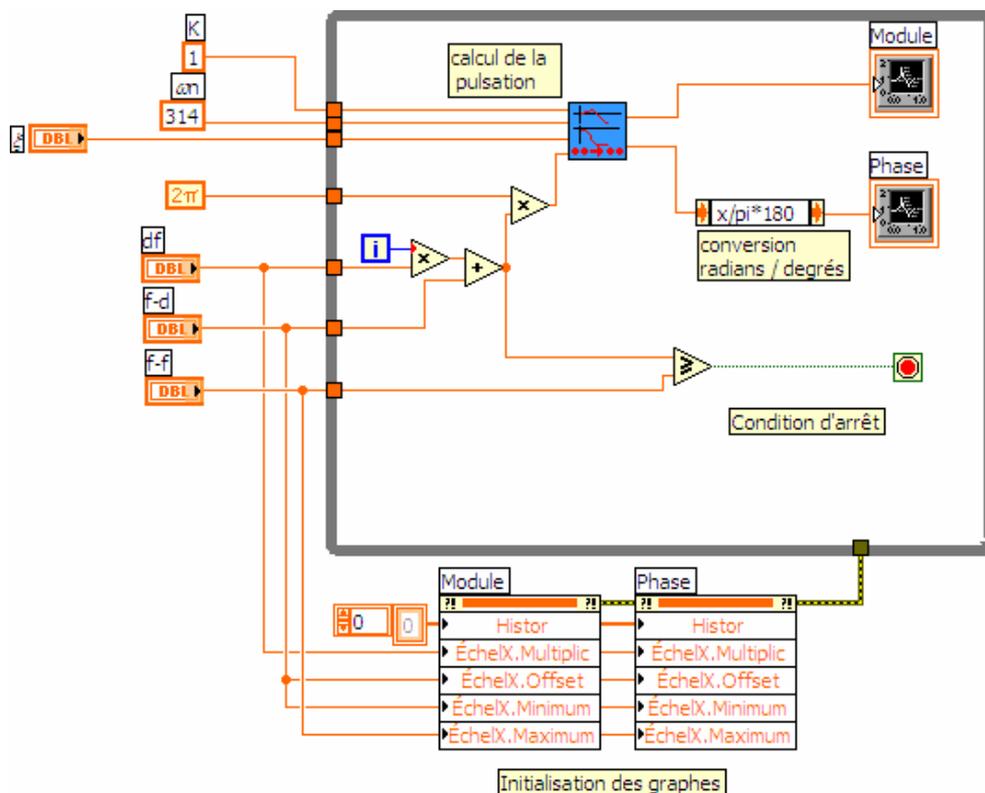
TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS



TD2_2.vi

Exercice n° 2: Fonction de transfert- boucle while

Block Diagramme



TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS

La condition d'arrêt est évaluée à la fin de chaque boucle.

L'effacement des graphes doit se faire avant toute écriture, les configurations des courbes (X_0 et ΔX) puis des échelles se font suivant un ordre vertical.

Le ***lien de dépendance*** impose que la boucle démarre après la modification des propriétés des graphes.

TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS



TD2_3.vi

Exercice n° 3: Registres à décalage

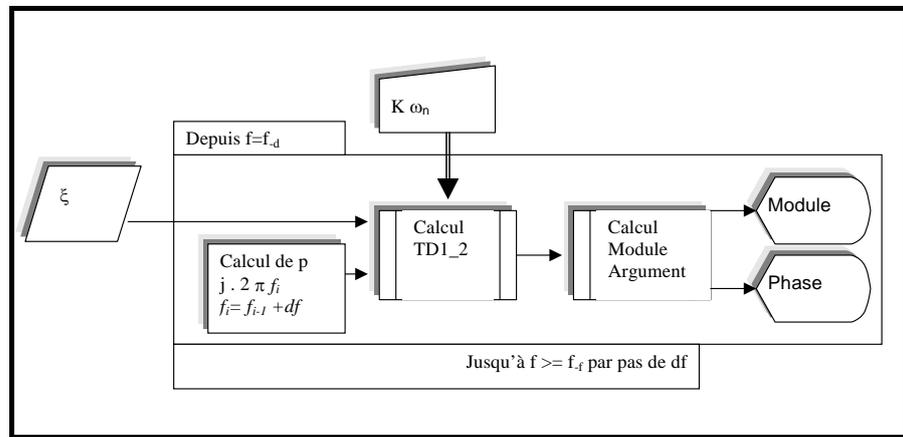
Pour calculer la fréquence courante à la $i^{\text{ème}}$ itération, nous allons incrémenter de la valeur du pas en fréquence la valeur de la fréquence à l'itération $i-1$. Pour ce faire, il est nécessaire de mémoriser cette valeur soit dans un registre à décalage, soit dans un nœud de rétroaction.

TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS

TRAVAIL A EXECUTER

- **Analyse** en terme de flux de données.
- **Modification** du diagramme (à partir de TD2_2.vi)
- **Sauvegarde**

Flux de données



TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS

Variables et Paramètres

Paramètre							
ξ							
Sous titre		Amortissement		<i>type</i>	double		
				<i>apparence</i>			
<i>défaut</i>	0.8	<i>Min</i>	-1	<i>max</i>	1	<i>inc</i>	0.1

Paramètre							
f_d							
Sous titre		Fréquence début		<i>type</i>	double		
				<i>apparence</i>			
<i>défaut</i>	10	<i>Min</i>	0	<i>max</i>	50	<i>inc</i>	0.1

Paramètre							
f_f							
Sous titre		Fréquence fin		<i>type</i>	double		
				<i>apparence</i>			
<i>défaut</i>	80	<i>Min</i>	50	<i>max</i>	100	<i>inc</i>	0.1

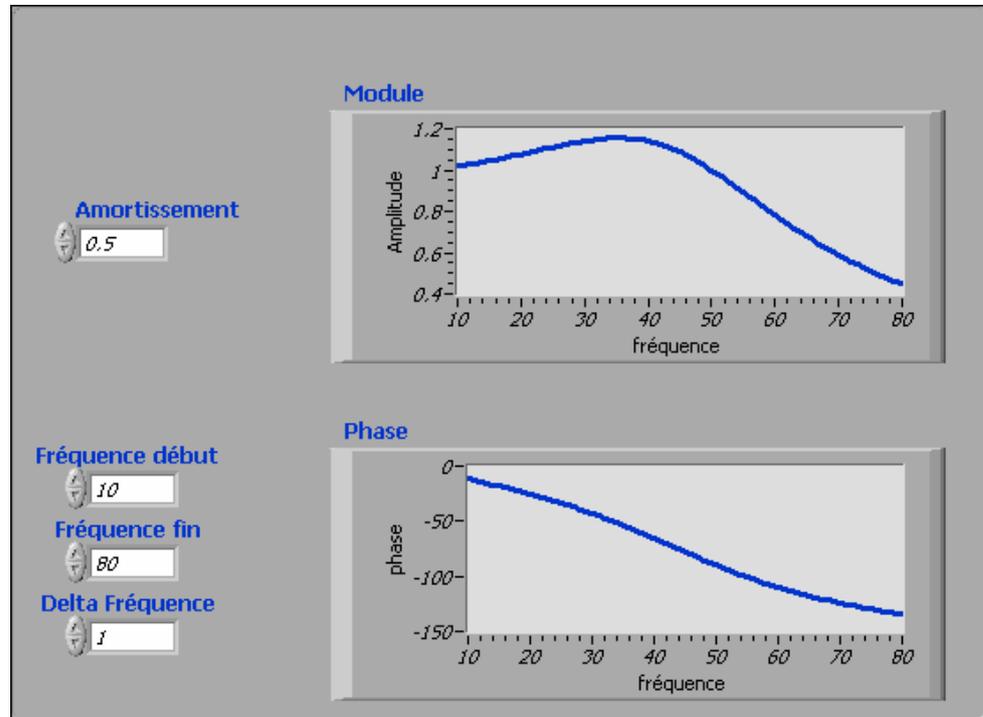
Paramètre							
df							
Sous titre		Delta fréquence		<i>type</i>	double		
				<i>apparence</i>			
<i>défaut</i>	1	<i>Min</i>	0	<i>max</i>	2	<i>inc</i>	0.01

Résultat				
Module				
Sous titre		Module	<i>type</i>	double
			<i>apparence</i>	Graphe déroulant

Résultat				
Phase				
Sous titre		Phase	<i>type</i>	double
			<i>apparence</i>	Graphe déroulant

TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS

Eléments d'ergonomie



Les échelles en Y sont automatiques

Les échelles en X doivent être configurées en fonction des paramètres de fréquences.

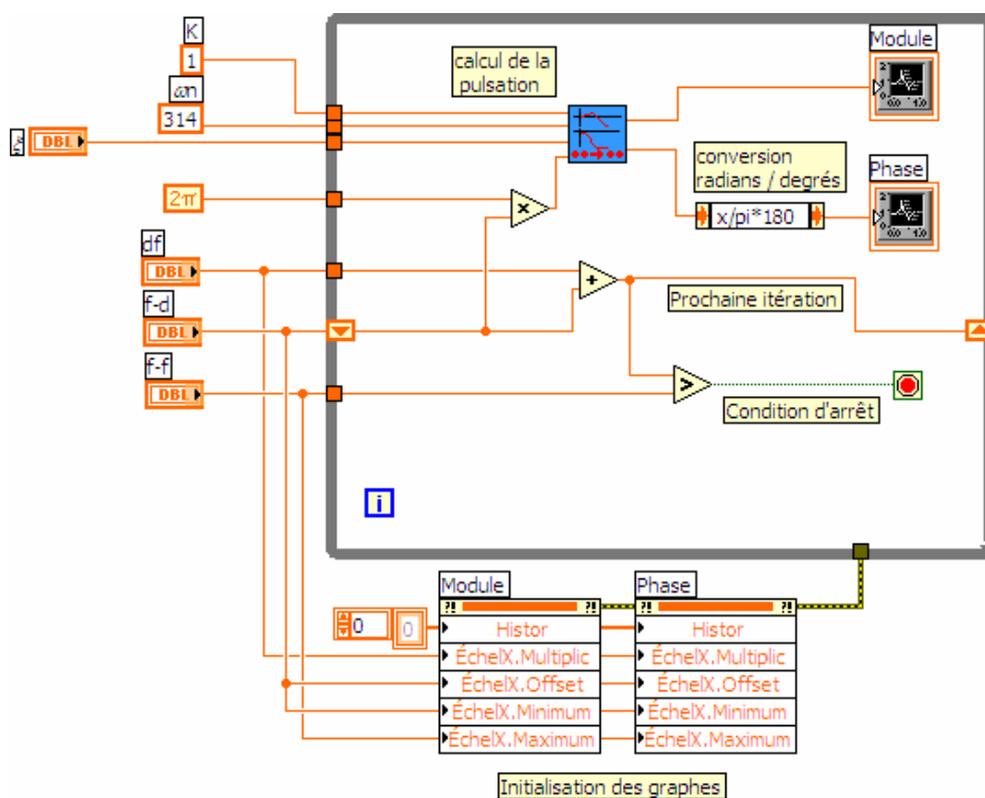
TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS



TD2_3.vi

Exercice n° 3: Registres à décalage

Block Diagramme



TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS

Le registre à décalage mémorise la valeur de fréquence calculée pour la prochaine itération, ce qui autorise pour la première itération à initialiser le registre à la valeur « fréquence début ».

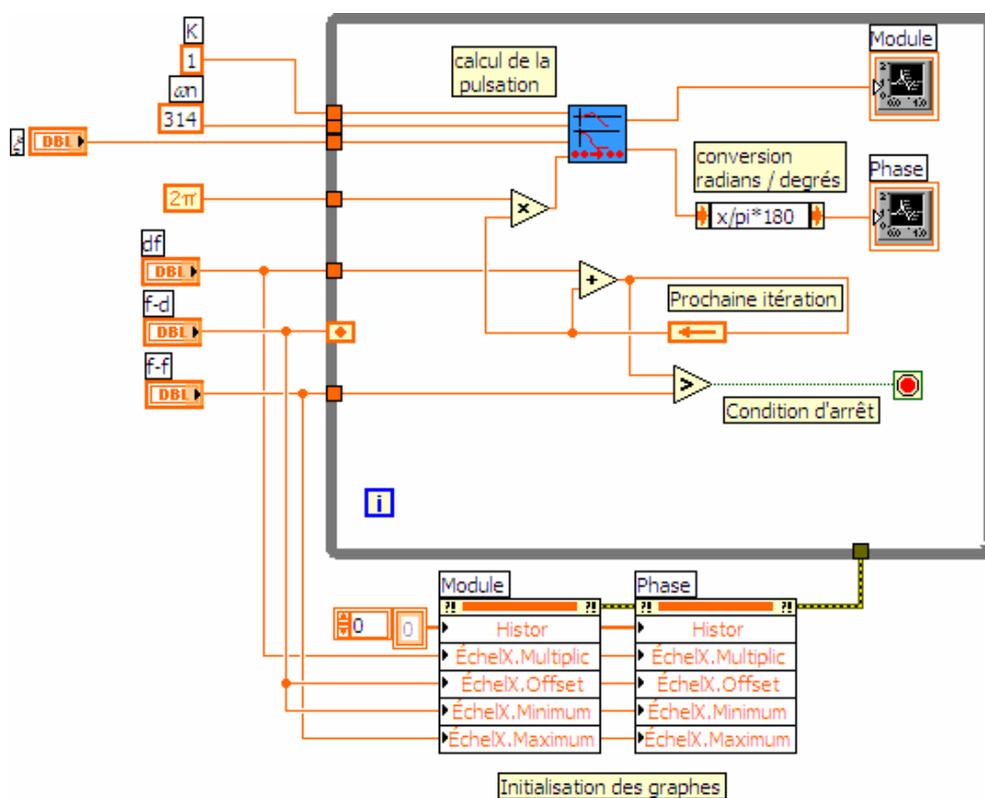
TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS



TD2_3_bis.vi

Exercice n° 3: Noeud de rétroaction

Block Diagramme



TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS

Le Nœud de rétroaction (Feed Back node) remplace le registre à décalage avec un câblage plus lisible mais il n'autorise pas une antériorité à plusieurs niveaux.

TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS



TD2_4.vi

Exercice n° 4: Graphe déroulant multi-courbes

Sur un même graphe déroulant nous allons représenter la réponse impulsionnelle la réponse indicielle du système étudié précédemment en fonction de l'amortissement.

Compte tenu des caractéristiques du système, la représentation sera faite sur 1 seconde par pas de 10 ms sur une fenêtre de 30 ms.

Pour mémoire nous rappelons ci-dessous les expressions mathématiques des réponses impulsionnelles et indicielles.

La réponse impulsionnelle du système est donnée par :

$$h(t) = LP^{-1}[H(p)]$$

$$\text{D'ou } h(t) = \frac{k\omega_n}{\sqrt{1-\xi^2}} \cdot e^{-\xi\omega_n t} \sin(\omega_n \cdot \sqrt{1-\xi^2} \cdot t)$$

$\omega_p = \omega_n \cdot \sqrt{1-\xi^2}$ est appelée pulsation propre du système.

La réponse indicielle du système est donnée par :

$$w(t) = LP^{-1}\left[\frac{H(p)}{p}\right]$$

$$\text{D'ou } w(t) = k \left[1 - \frac{1}{\sqrt{1-\xi^2}} \cdot e^{-\xi\omega_n t} \sin(\omega_n \cdot \sqrt{1-\xi^2} \cdot t + \theta) \right]$$

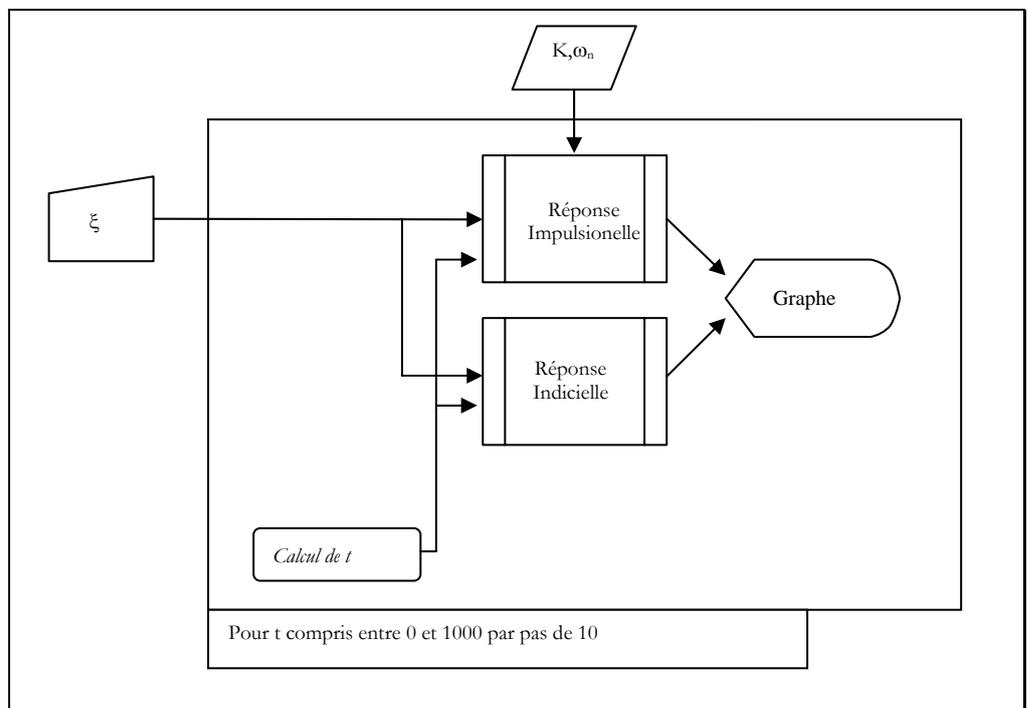
$$tg(\theta) = \frac{\sqrt{1-\xi^2}}{\xi}$$

TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS

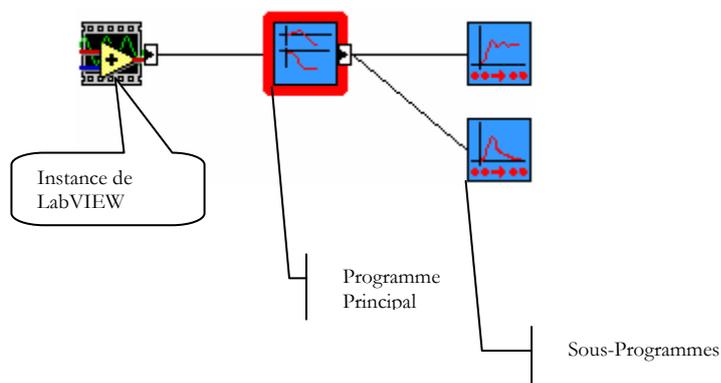
TRAVAIL A EXECUTER

- **Analyse** en terme de flux de données.
- **Créer** les sous-VI de calcul point à point des réponses impulsionnelle et indicielle.
- **Configurer** les courbes et les échelles du graphe.
- A partir de l'aide en ligne trouver comment **grouper** deux courbes sur un même graphe.
- **Sauvegarde**

Flux de données



Structure Hiérarchique



TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS

Variables et Paramètres

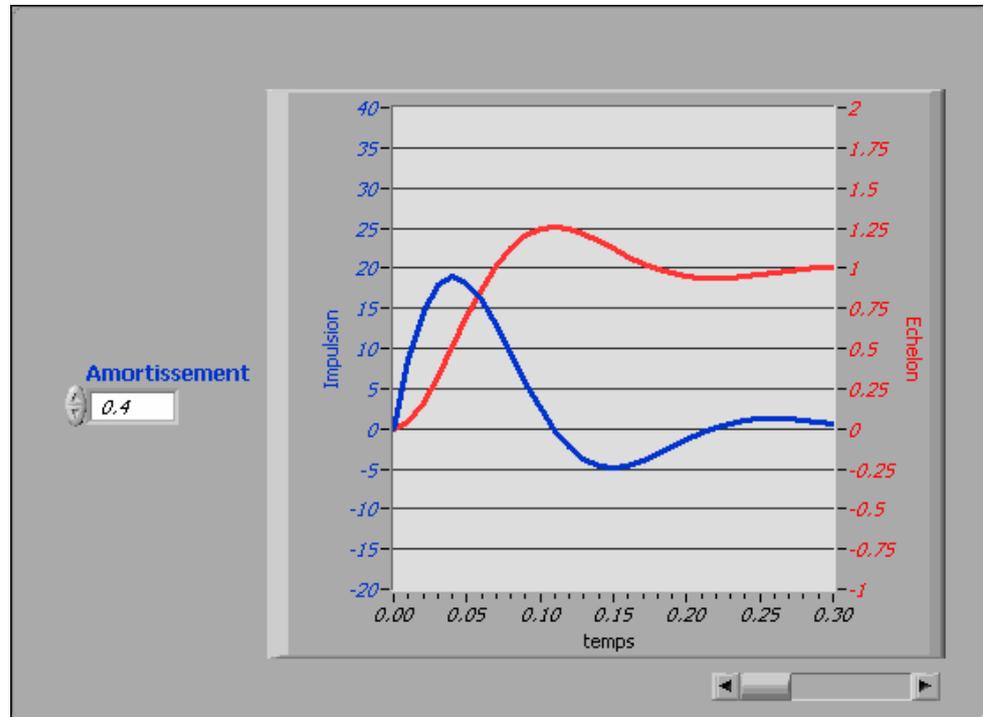
Paramètre			
ξ			
Sous titre	Amortissement	<i>type</i>	double
		<i>apparence</i>	

Résultat			
Graphe			
Sous titre		<i>type</i>	double
		<i>apparence</i>	Graphe déroulant

A détailler par l'apprenant

TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS

Eléments d'ergonomie



Les échelles en Y sont configurées en fonction des réponses attendues. Afin d'aligner les zéros des échelles il faut garder la même proportion entre les maxima et les minima.

L'échelle en X doit être configurées en fonction des paramètres de temps.

La glissière permet de se déplacer sur l'échelle des temps.

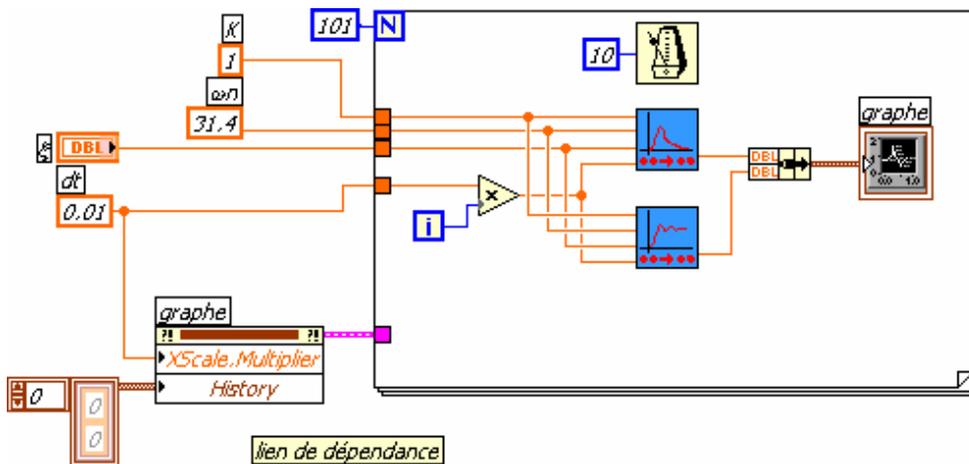
TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS



TD2_4.vi

Exercice n° 4: Graphe déroulant multicourbes

Block Diagramme



R_echel.vi

Calcule la valeur de la réponse à un échelon d'un système du 2ème ordre pour une valeur donnée de la variable de temps.



R_impuls.vi

Calcule la valeur de la réponse impulsionnelle d'un système du 2ème ordre pour une valeur donnée de la variable de temps.

TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS

Le graphe multi courbes est réalisé en assemblant dans un cluster les points pour chaque courbe.

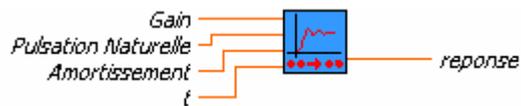
La fonction « métronome » permet de séquencer la boucle For à 10 ms. Chaque itération de la boucle se termine quand tous les nœuds contenus dans la boucle ont été exécutés ; ici les calculs, la mise à jour du graphe et la synchronisation à 10 ms.

TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS

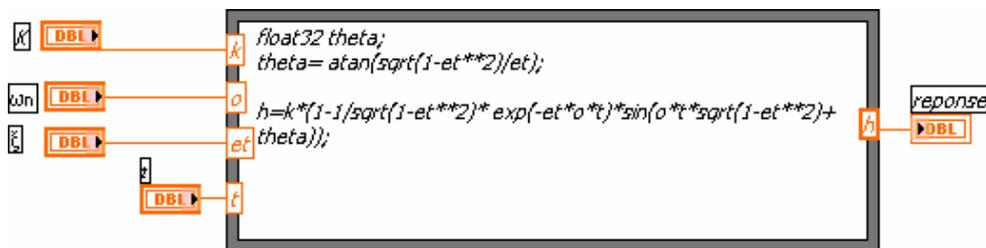
R_echel.vi

Calcule la valeur de la réponse à un échelon d'un système du 2ème ordre pour une valeur donnée de la variable de temps.

Connecteurs



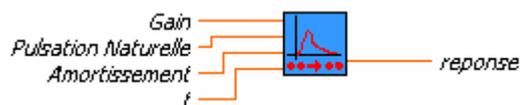
Block Diagramme



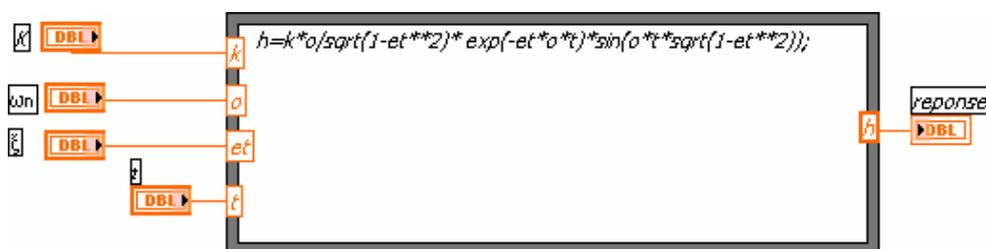
R_impuls.vi

Calcule la valeur de la réponse impulsionnelle d'un système du 2ème ordre pour une valeur donnée de la variable de temps.

Connecteurs



Block Diagramme



TD2 : BOUCLES ET GRAPHES DEROULANTS

Les deux fonctions de calcul sont réalisées à partir de « Nœuds de Calcul » qui autorisent la saisie de formule de façon textuelle avec une syntaxe proche du C.

Voir l'aide en ligne pour plus de détails.

TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES

TABLEAUX ET GRAPHES



Tout en continuant l'exemple des systèmes du 2nd ordre, nous allons voir comment créer et utiliser les tableaux. Nous tracerons les diagrammes de Bode en introduisant les graphes simples et XY.

Le lecteur pourra se reporter aux chapitres 9 et 10 du Manuel Principes de base de LabVIEW et consulter l'aide en ligne aux rubriques « *Groupe des données au moyen de chaînes, de tableaux et de clusters* » et « *Graphes et graphes déroulants* ».

POINTS DE COURS

- Création de commandes, d'indicateurs et de constantes tableau.
 - polymorphes, fonctions
 - graphes, commandes
 - tableaux, auto-indexation des boucles
 - comparaison, tableaux
-

TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES



TD3_1.vi

Exercice n°1: Vectorisation d'un problème

En calcul numérique, il est courant de calculer la valeur d'une expression pour un ensemble de valeurs de la variable par itération sur celle-ci. Il est alors possible de vectoriser le problème afin de n'évaluer l'expression qu'une fois mais sur un vecteur représentant l'ensemble des valeurs de la variable. Nous allons reprendre le TD1_2 et le vectoriser.

Les tableaux des phases Φ en radian et des modules A sans unité sont obtenus à partir du module et de l'argument du résultat complexe de l'évaluation de la fonction de transfert, la variable de Laplace est ici sous forme d'un tableau de dimension 1 (*vecteur*). Pour mémoire nous rappelons ci-dessous l'expression mathématique de cette dernière.

$$H([p]) = \frac{K}{1 + \frac{2\xi}{\omega_n} [p] + \left(\frac{[p]}{\omega_n}\right)^2}$$

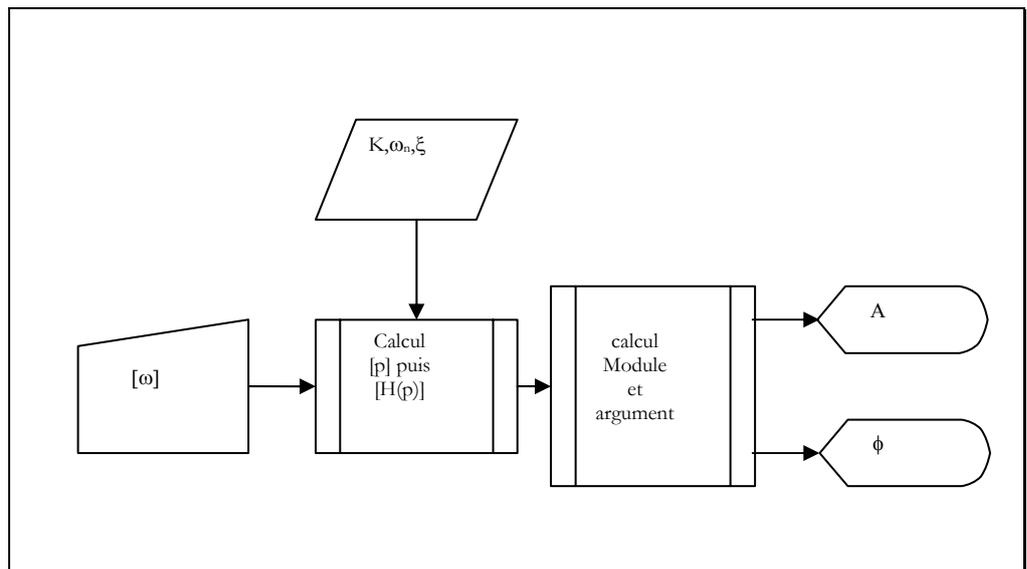
TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES

TRAVAIL A EXECUTER

- **Ouvrir** TD1_2
 - **Enregistrement sous TD3_1**
 - **Modification** des contrôles et indicateurs
 - **Sauvegarde**
-

Ce travail met à nouveau en évidence le polymorphisme des fonctions de base de LabVIEW.

Flux de données



TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES

Variables et Paramètres

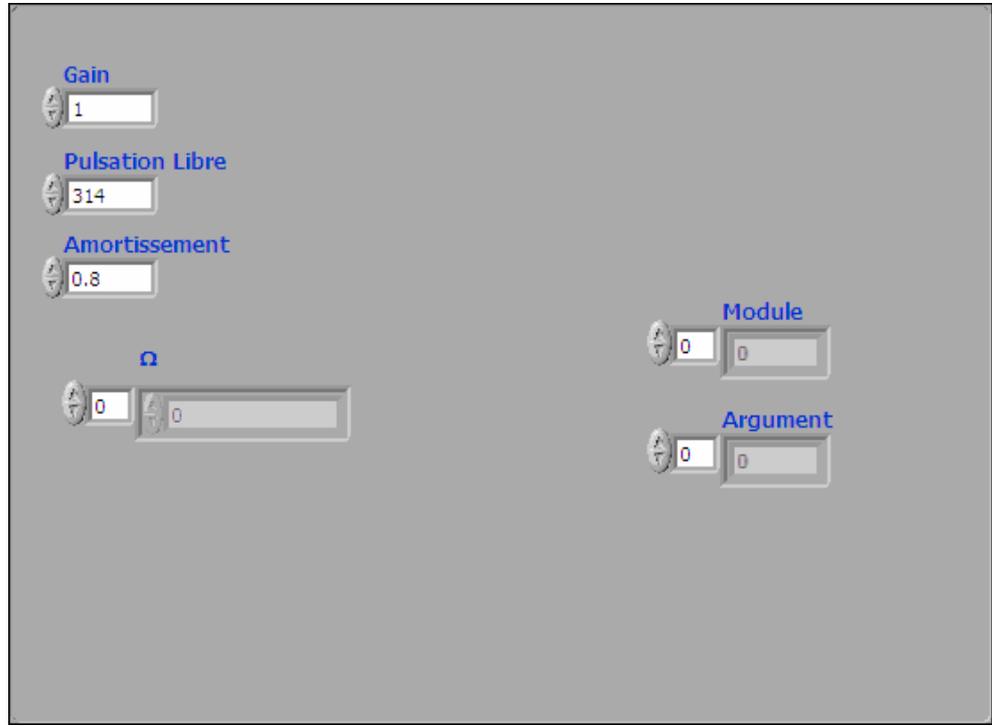
Variable							
Ω		Pulsation					
Sous titre				<i>type</i>	Complexe double		
				<i>apparence</i>	Tableau dim 1		
<i>défaut</i>	300.00	<i>Min</i>	0	<i>max</i>		<i>inc</i>	

Résultat				
A				
Sous titre		Module	<i>type</i>	double
			<i>apparence</i>	Tableau dim 1

Résultat				
Φ				
Sous titre		Argument	<i>type</i>	double
			<i>apparence</i>	Tableau dim 1

TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES

Eléments d'ergonomie



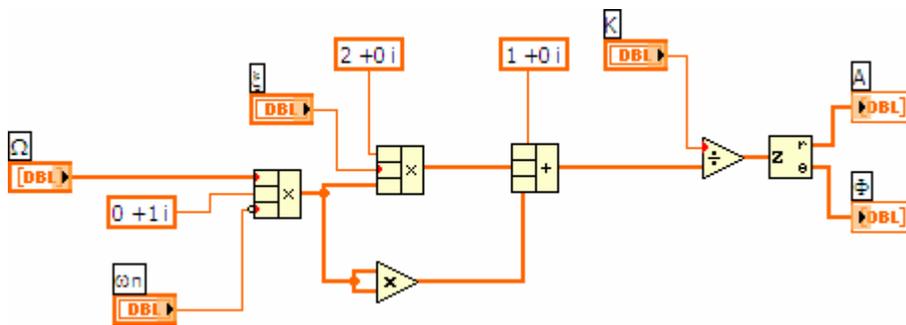
TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES



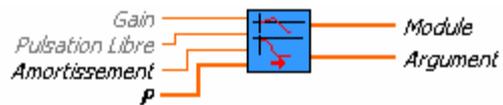
TD3_1.vi

Exercice n° 1: Vectorisation d'un problème

Block Diagramme



Connecteurs



TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES

L'ensemble des fonctions utilisées utilisent le polymorphisme de labVIEW et exécutent les opérations sur les vecteurs d'entrées.

La différence de taille entre les liens *scalaires* et *vectoriels* est à souligner

Le lecteur remarquera que les connecteurs d'entrée ont des allures différentes.
La distinction est faite entre :

Les entrées Obligatoires.

Les entrées Nécessaires.

Les entrées Facultatifs.

TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES



TD3_2.vi

Exercice n° 2: Création d'un tableau par programme

Pour tester le VI précédent, nous allons créer un vecteur contenant les variables de Laplace pour des fréquences allant de 0 à 100 hz par pas de 1 hz.

Les courbes de Module et Phase seront représentées comme pour l'exercice n° 1 du TD 2 mais après calcul de l'ensemble des points nécessaires ; les graphes déroulants sont remplacés par des graphes.

TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES

TRAVAIL A EXECUTER

- **Charger** le TD2_1
- **Sauvegarde** sous TD3_2.vi
- **Transformer** le graphe déroulant en graphe
- **Modifier** le diagramme
- **Sauvegarde**

Flux de données



TD3 : TABLEAUX ET GRAPHERS

Variables et Paramètres

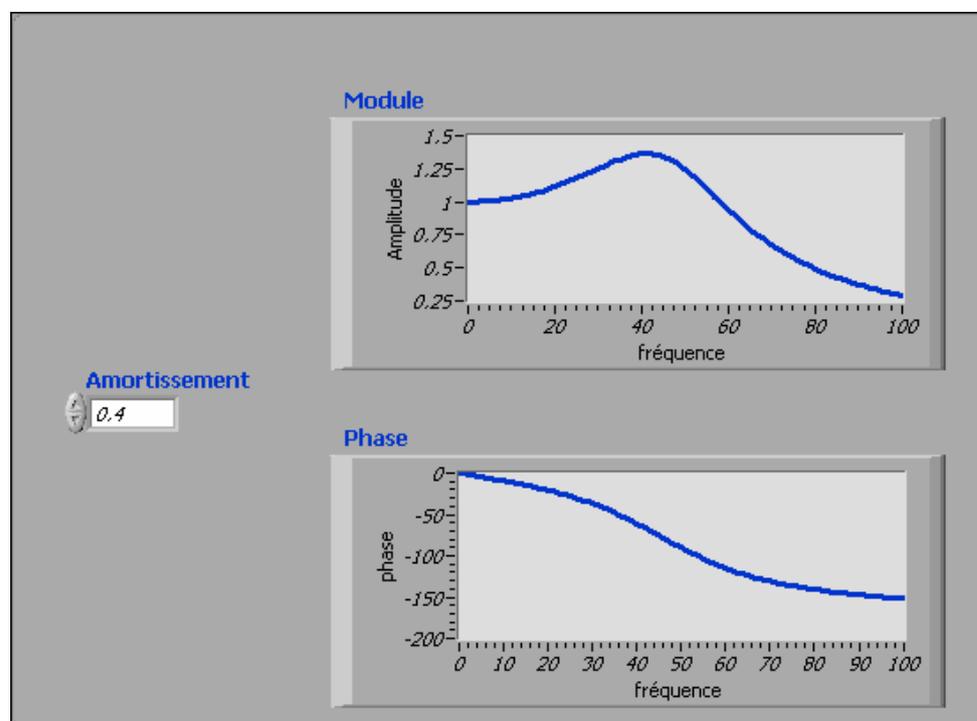
Paramètre							
ξ							
Sous titre		Amortissement		<i>type</i>	double		
				<i>apparence</i>			
<i>défaut</i>	0.8	<i>Min</i>	-1	<i>max</i>	1	<i>inc</i>	0.1

Résultat						
Module						
Sous titre		Module		<i>type</i>	double	
				<i>apparence</i>	Graphe	

Résultat						
Phase						
Sous titre		Phase		<i>type</i>	double	
				<i>apparence</i>	Graphe	

TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES

Eléments d'ergonomie



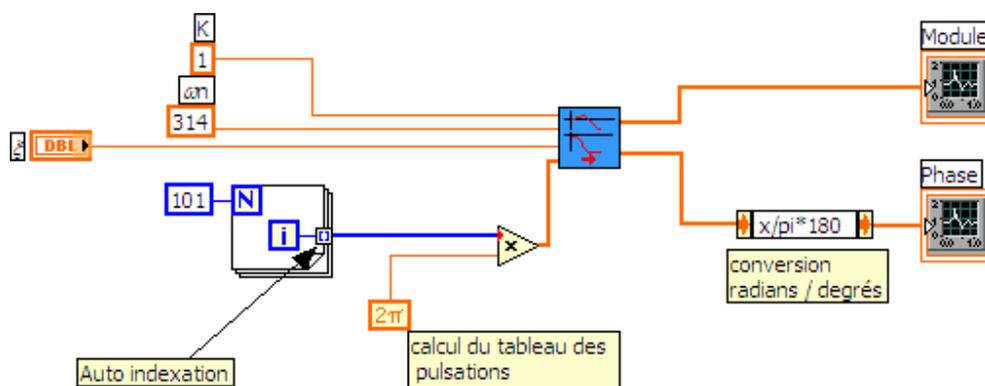
TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES



TD3_2.vi

Exercice n° 2: Création d'un tableau par programme

Block Diagramme



Pour des raisons de lisibilité les terminaux des graphes sont visualisés sous forme d'icônes.

TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES

Tous les éléments dont la valeur est constante pour la boucle sont évalués à l'extérieur de celle-ci.

L'indice de boucle varie de 0 à N-1.

Le tunnel de sortie créé, par auto-indexation, un tableau contenant les valeurs de la variable i prises à chaque itération.

TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES



TD3_3.vi

Exercice n° 3: Graphe XY- diagramme de Bode

Le diagramme de Bode, représentation du module de la fonction de transfert en dB, présente généralement sur l'axe des abscisses les fréquences sur plusieurs décades avec une échelle logarithmique. Nous choisissons, pour limiter le nombre de points à calculer, de n'évaluer que 10 points par décade sur 3 décades jusqu'à 100 Hz.

Ces derniers choix imposent des valeurs sur l'axe des abscisses qui ne sont pas régulièrement espacées ; le graphe XY nous permet de définir une courbe par un ensemble de couples de coordonnées.

A toutes fins utiles, nous rappelons ci-après l'expression du gain en dB de la fonction de transfert d'un système en insistant sur le fait qu'une valeur en dB s'exprime par rapport à une référence, ici la valeur pour une fréquence nulle.

$$G_{dB}(f) = 20 \log \frac{|H(j2\pi f)|}{|H(0)|}$$

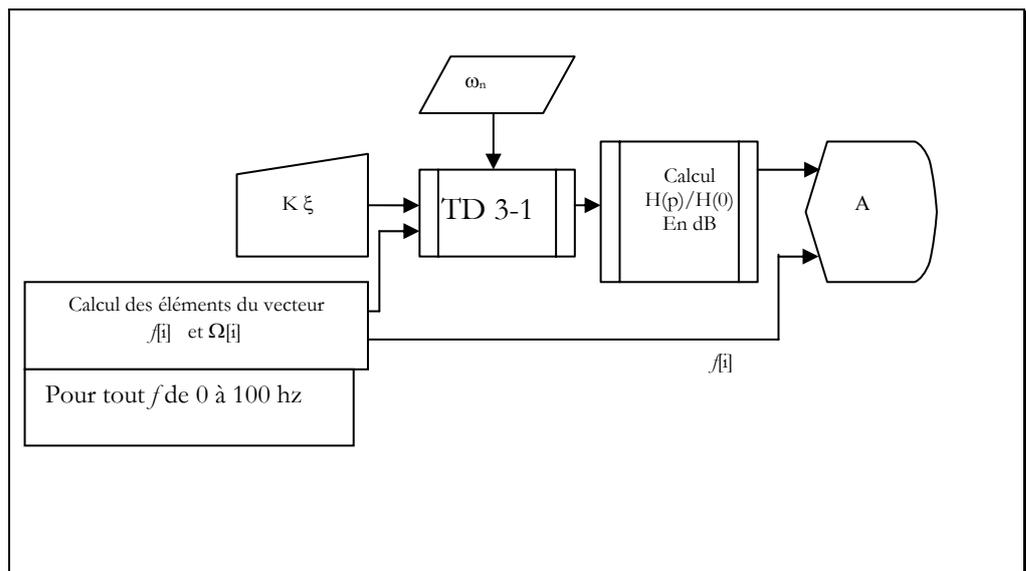
TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES

TRAVAIL A EXECUTER

- **Mettre** en place les éléments de la face avant
- **Analyse** du flux de données
- **Créer** le diagramme
- **Sauvegarde**

Pour cet exercice, l'amortissement et le gain doivent pouvoir être modifiés sur la face avant du VI.

Flux de données



TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES

Variables et Paramètres

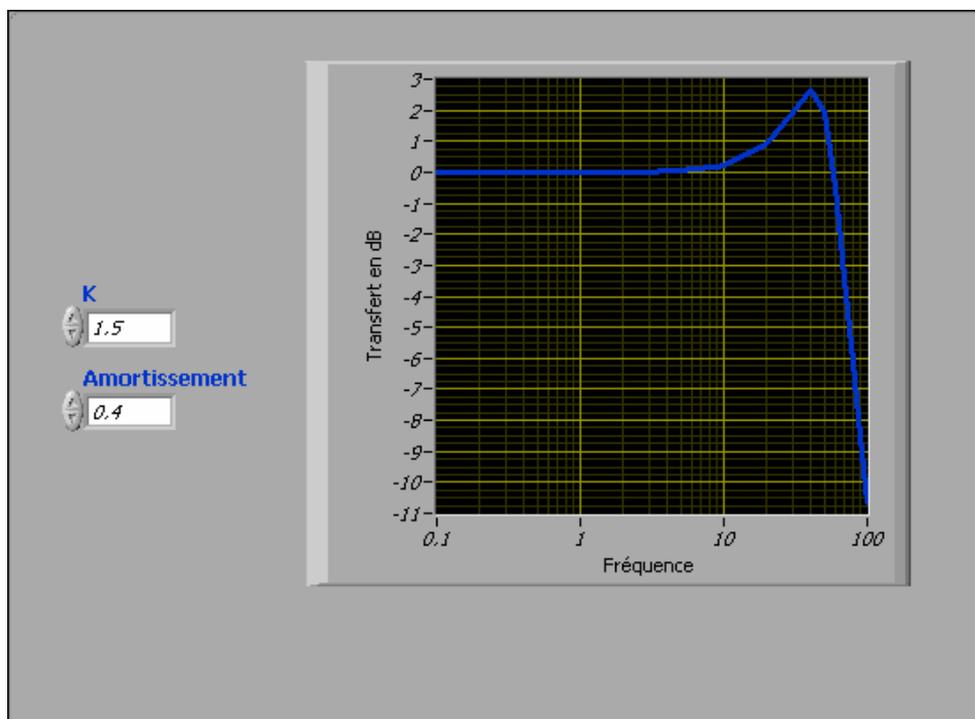
Paramètre							
ξ							
Sous titre		Amortissement		<i>type</i>	double		
				<i>apparence</i>			
<i>défaut</i>	0.8	<i>Min</i>	-1	<i>max</i>	1	<i>inc</i>	0.1

Paramètre							
k							
Sous titre		Gain		<i>type</i>	double		
				<i>apparence</i>			
<i>défaut</i>	1	<i>Min</i>	0	<i>max</i>		<i>inc</i>	0.1

Résultat							
Graphe X-Y							
Sous titre				<i>type</i>	double		
				<i>apparence</i>	Graphe XY		

TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES

Eléments d'ergonomie



L'échelle des fréquences est une échelle log. Celle des amplitudes est graduée en dB.

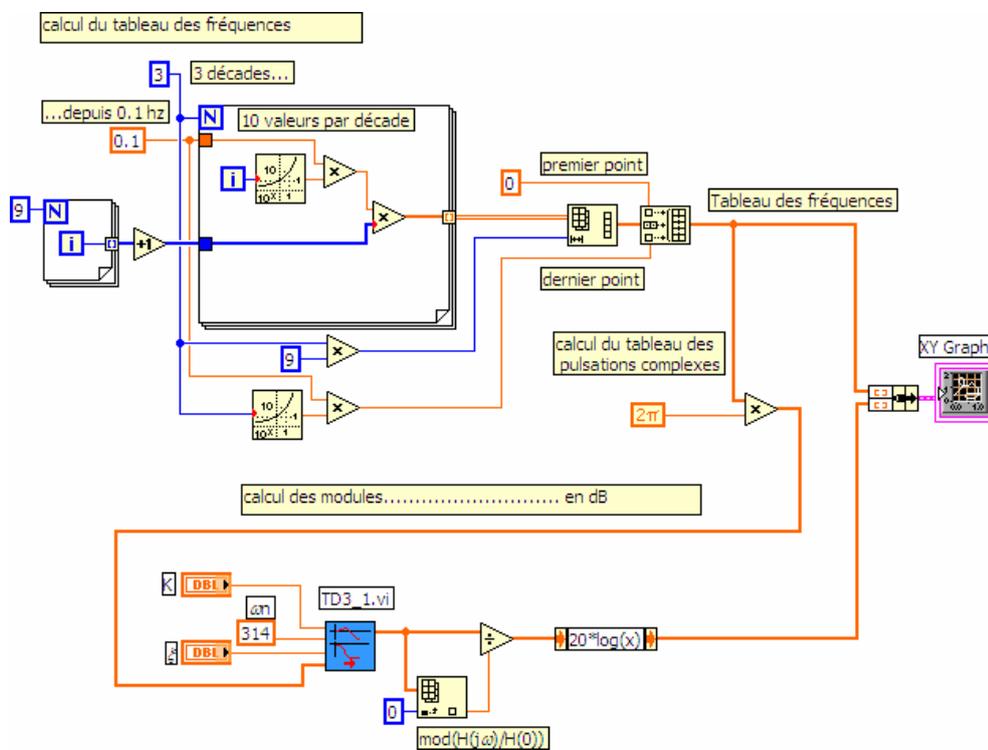
TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES



TD3_3.vi

Exercice n° 3: Graphe XY- diagramme de Bode

Block Diagramme



TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES

Les deux boucles successives permettent de créer un tableau de dimension 2 contenant sur chaque ligne les valeurs des neuf fréquences d'une décade. Le lecteur remarquera les liens forts pour un tableau de dimension 1 et les liens doubles pour un tableau de dimension 2.

Ce tableau est redimensionné pour présenter les abscisses sous forme de vecteur avant d'être complété par la valeur 0 et la valeur de fin de la dernière décade.

Le graphe XY permet de représenter des structures de type *courbe* (contenant le tableau des abscisses et le tableau des ordonnées).

TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES



TD3_3_bis.vi

Exercice n° 4: VI principal

Nous allons reprendre l'exercice précédant en donnant la possibilité à l'utilisateur de choisir une échelle des fréquences logarithmique ou linéaire pour afficher soit le module de la fonction de transfert en dB, soit la valeur du gain.

Pour évaluer l'évolution du système en fonction des paramètres d'entrée et du type de représentation demandée, il est nécessaire que le programme fonctionne en boucle tant que l'utilisateur n'en demande pas l'arrêt.

Nous présentons ici les contrôles booléens.

TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES

TRAVAIL A EXECUTER

- **Sauvegarder** le TD3_3 en TD3_3_bis
- **Mettre en place** les éléments nécessaires à l'exécution en boucle.
- **Encapsuler** le calcul des fréquences en Freq_décade.vi
- **Mettre en place** les commutateurs nécessaires
- **Analyser** les modifications à apporter à la gestion du graphe.
- **Modifier** et **Sauvegarder**

L'encapsulation des fonctionnalités permet d'aboutir à des VI dont la lisibilité est accrue.

TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES

Variables et Paramètres

Paramètre							
ξ							
Sous titre		Amortissement		<i>type</i>	double		
				<i>apparence</i>			
<i>défaut</i>	0.8	<i>Min</i>	-1	<i>max</i>	1	<i>inc</i>	0.1

Paramètre							
k							
Sous titre		Gain		<i>type</i>	double		
				<i>apparence</i>			
<i>défaut</i>	1	<i>Min</i>	0	<i>max</i>		<i>inc</i>	0.1

Résultat							
Graphe X-Y							
Sous titre				<i>type</i>	double		
				<i>apparence</i>	Graphe XY		

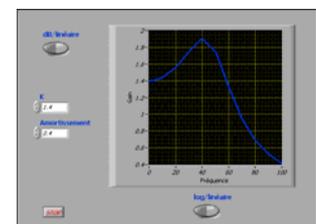
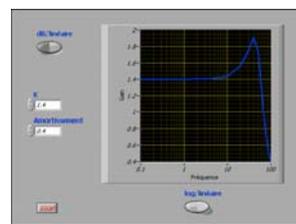
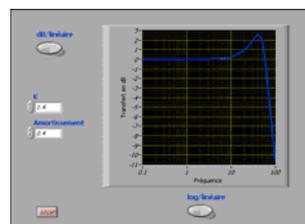
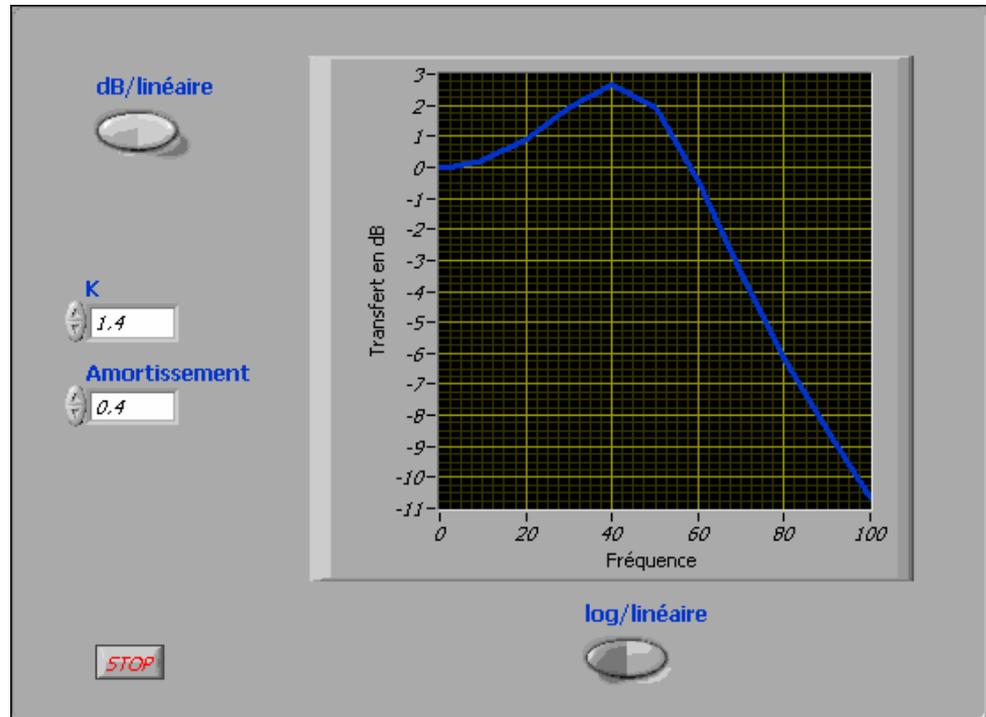
Variable							
Stop							
Arrêt du vi							
Sous titre				<i>type</i>	Booléen		
				<i>apparence</i>	Armement		
<i>défaut</i>	off						

Variable							
dB							
Affichage du module en dB ou du Gain							
Sous titre		dB/lin		<i>type</i>	Boléen		
				<i>apparence</i>	Commutation		
<i>défaut</i>	off	<i>Valeur en db</i>					

Variable							
Echel_x							
Choix de l'échelle des fréquence							
Sous titre		Log/lin		<i>type</i>	Booléen		
				<i>apparence</i>	Commutation		
<i>défaut</i>	off	<i>Echelle log.</i>					

TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES

Eléments d'ergonomie



La légende de l'échelle des abscisses change en fonction du type de représentation.

TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES

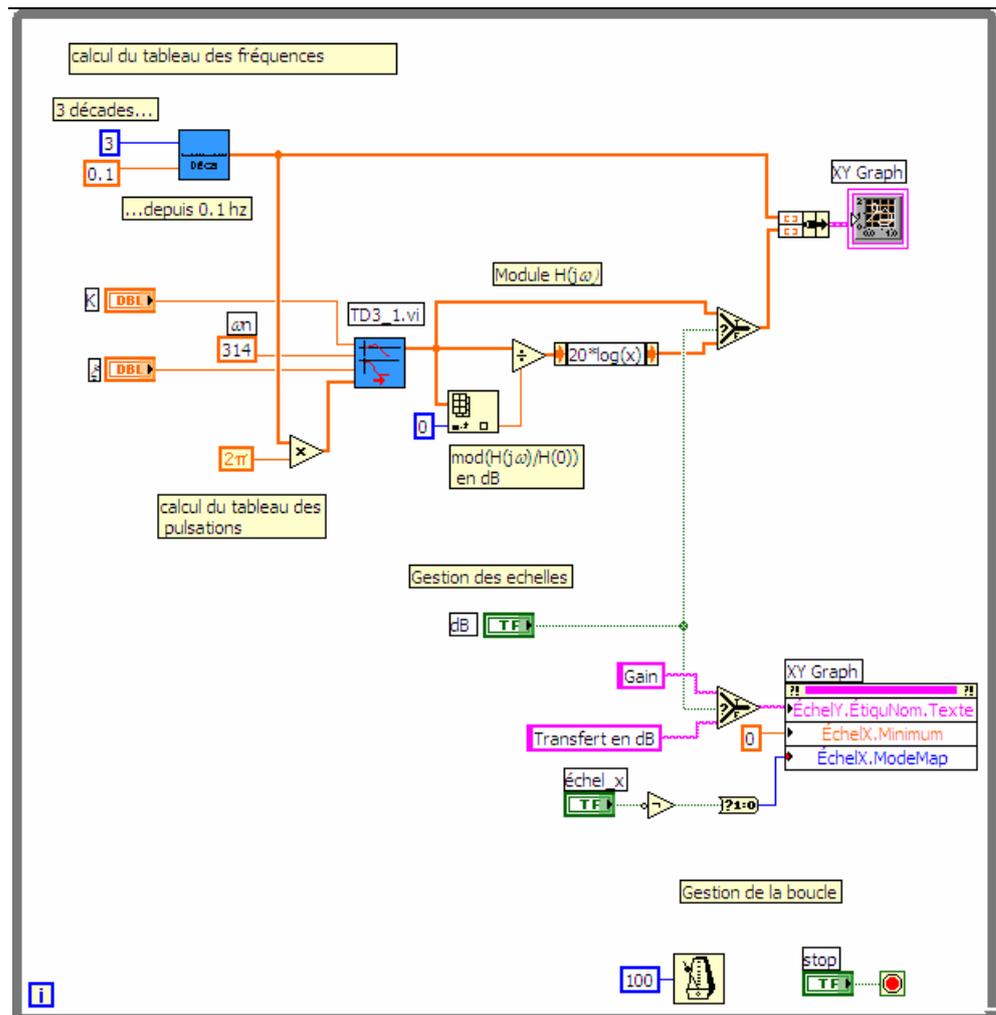


TD3_3_bis.vi

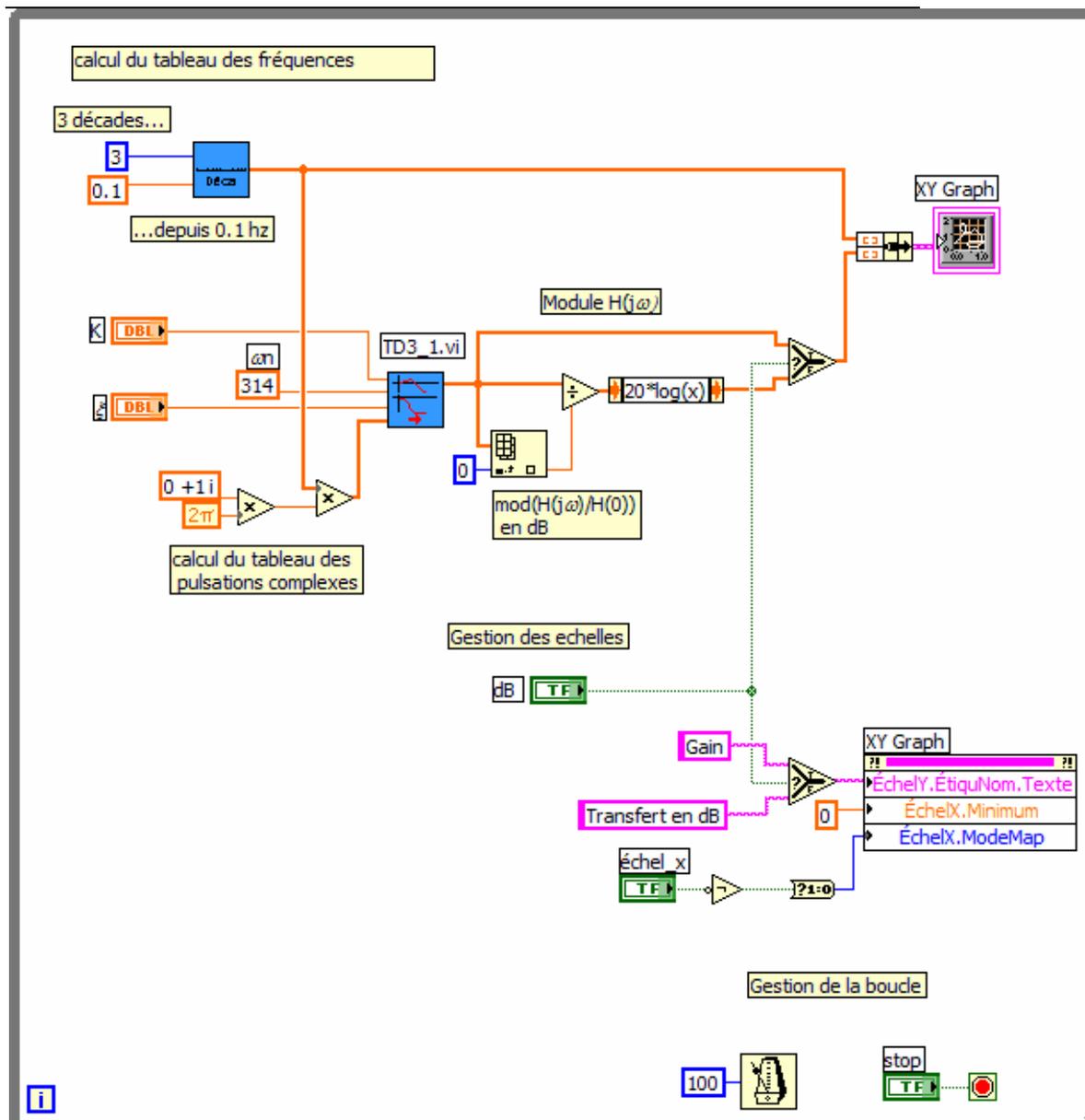
Exercice n° 4: VI principal

Block Diagramme

TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES

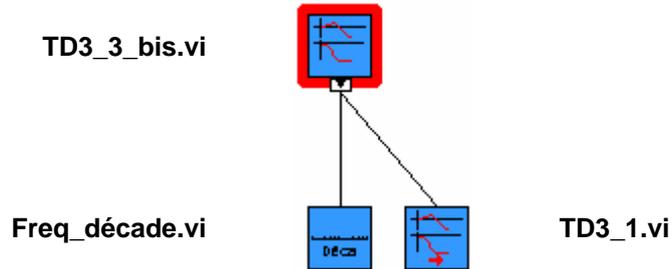


TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES



TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES

Position Hiérarchique



Le commutateur « dB » permet de choisir d'une part le tableau des ordonnées à afficher dans le graphe (*valeurs en dB ou du gain*) d'autre part le nom de l'échelle des Y par le biais du nœud de propriétés du graphe XY.

Le commutateur « échel_x » une fois converti en valeur numérique (*0 ou 1*) renseigne directement la propriété MapMode de l'échelle des X.

Le lecteur remarquera la temporisation de la boucle qui assure une libération des ressources.

Dans cette boucle, deux processus s'exécutent en parallèle : le calcul des éléments du graphe XY et la temporisation.

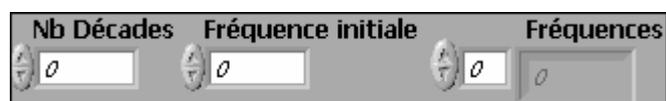
TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES



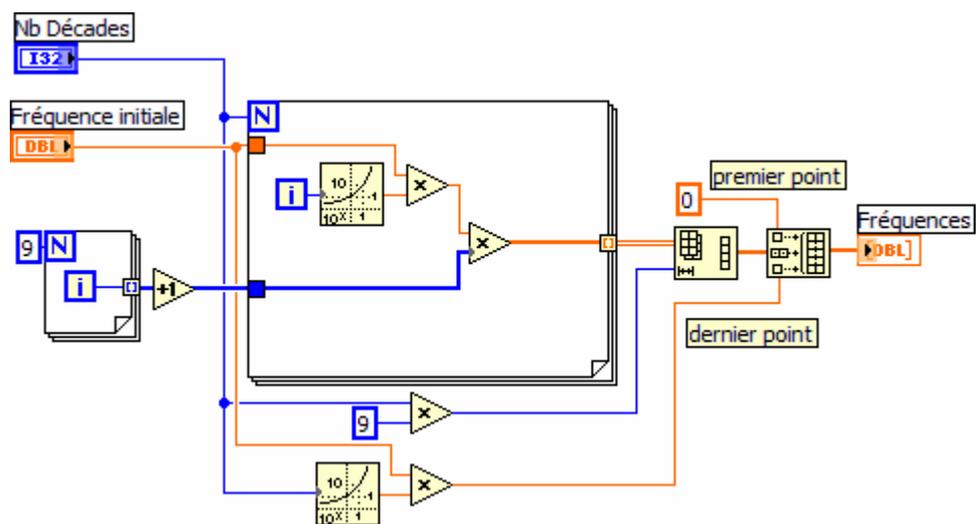
Freq_décade.vi

Sous-VI

Front Panel



Block Diagramme



TD3 : TABLEAUX ET GRAPHES

TD4 : STRUCTURES CONDITION

STRUCTURES CONDITION



Toujours sur l'exemple des systèmes du 2nd ordre, nous allons voir comment gérer les choix de l'utilisateur à partir de structures condition.

Le lecteur pourra se reporter au chapitre 8 du Manuel Principes de base de LabVIEW et consulter l'aide en ligne à la rubrique « *Structures Condition et Séquence* ».

POINTS DE COURS

- structures, Condition
 - curseurs, graphe
 - commandes, Booléen
 - commandes, liste déroulante
 - Clusters
 - modèles de conception (procédures)
-

TD4 : STRUCTURES CONDITION



TD4_1.vi

***Exercice n° 1: Visualisation de la réponse
Impulsionnelle ou Indicielle.***

En utilisant les sous-VI développés au TD 2, nous allons représenter dans un graphe soit la réponse impulsionnelle soit la réponse indicielle du système suivant le choix fait sur la face avant. Compte tenu des caractéristiques du système, la représentation sera faite sur 1 seconde par pas de 10 ms.

TD4 : STRUCTURES CONDITION

TRAVAIL A EXECUTER

- **Analyse** en terme de flux de données.
 - **Positionner** les sous-VI de calcul point à point des réponses impulsionnelle et indicielle.
 - **Configurer** le graphe et les échelles du graphe.
 - **Développer** le VI suivant votre analyse
 - **Sauvegarde** sous TD4_1.vi
-

Trois variantes de ce programme peuvent être développées suivant que le choix s'exprime à partir d'un interrupteur, d'un menu déroulant ou d'une énumération.

Flux de données



TD4 : STRUCTURES

CONDITION

Variables et Paramètres

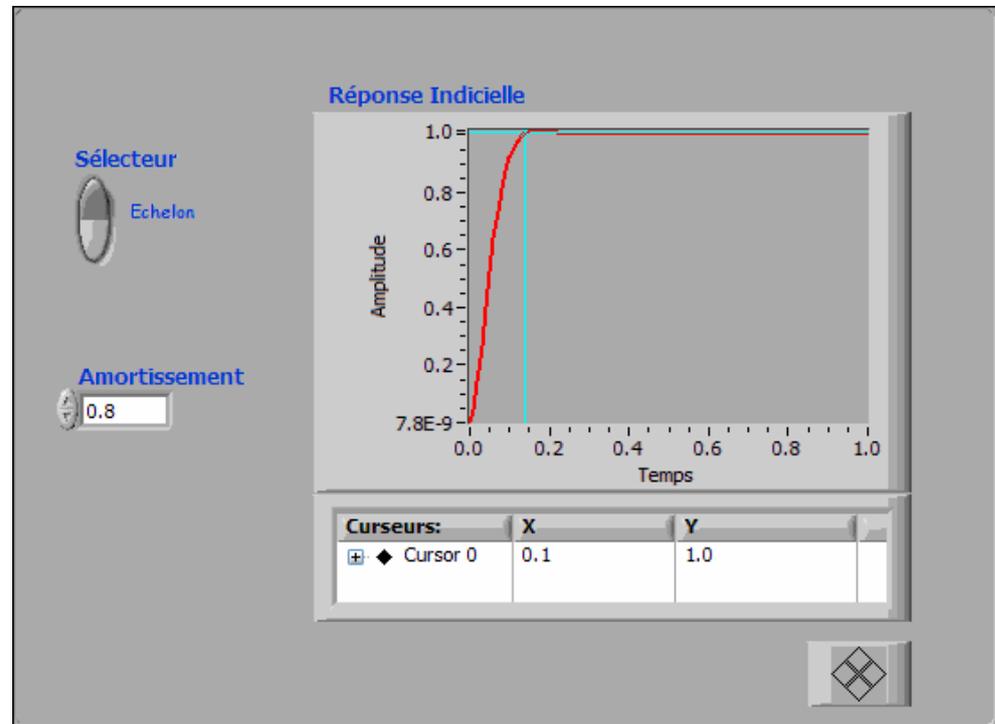
Variable							
ξ							
Sous titre		Amortissement		<i>type</i>	double		
				<i>apparence</i>			
<i>défaut</i>	0.8	<i>Min</i>	-1	<i>max</i>	1	<i>inc</i>	0.1

Variable							
Sélect							
Choix de l'opérateur							
Sous titre				<i>type</i>	Boléen		
				<i>apparence</i>	Bascule verticale		
<i>défaut</i>	Faux	<i>Min</i>		<i>max</i>		<i>inc</i>	
				<i>vrai</i>	Impulsion	<i>faux</i>	Echelon

Résultat							
Réponse							
Sous titre				<i>type</i>	Tableau de double		
				<i>apparence</i>	Graphe		

TD4 : STRUCTURES CONDITION

Eléments d'ergonomie



L'échelle en Y est automatique.

L'échelle en X est fixe (0 - 1s), l'incrément temporel est de 0.01s

Le sous-titre du graphe dépend de la sélection.

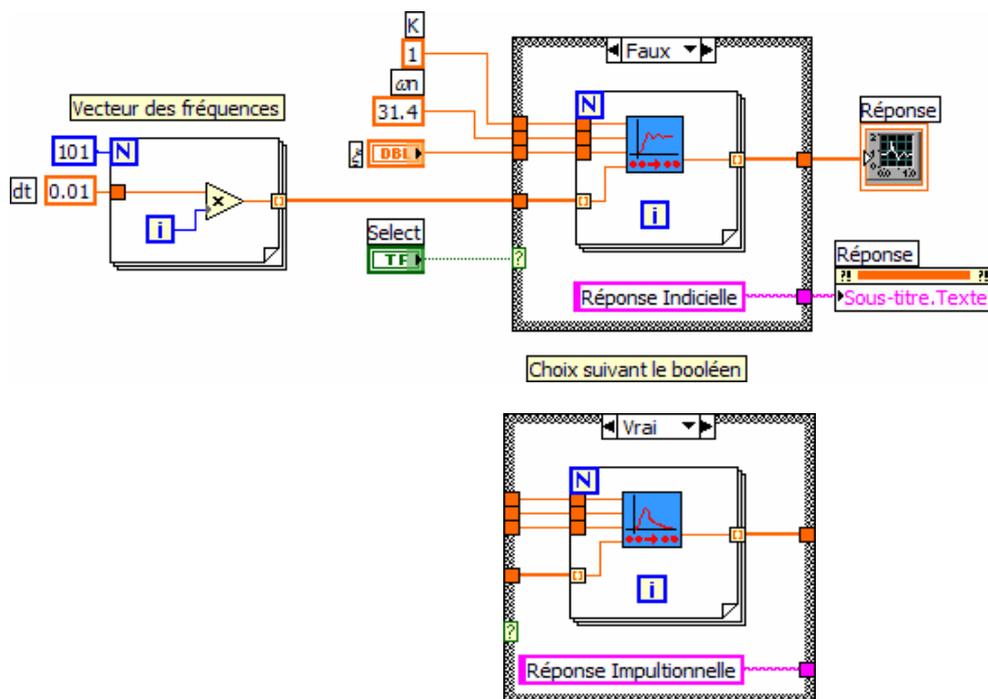
TD4 : STRUCTURES CONDITION



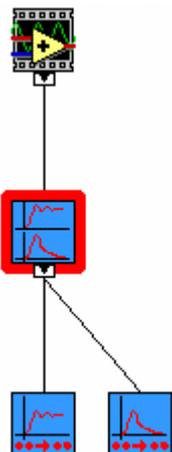
TD4_1.vi

*Exercice n° 1: Visualisation de la réponse
Impulsionnelle ou Indicielle. Boléen*

Block Diagramme



Position dans la hiérarchie



TD4 : STRUCTURES CONDITION

La structure condition de type Booléen permet de faire les évaluations pour chacun des deux cas possibles.

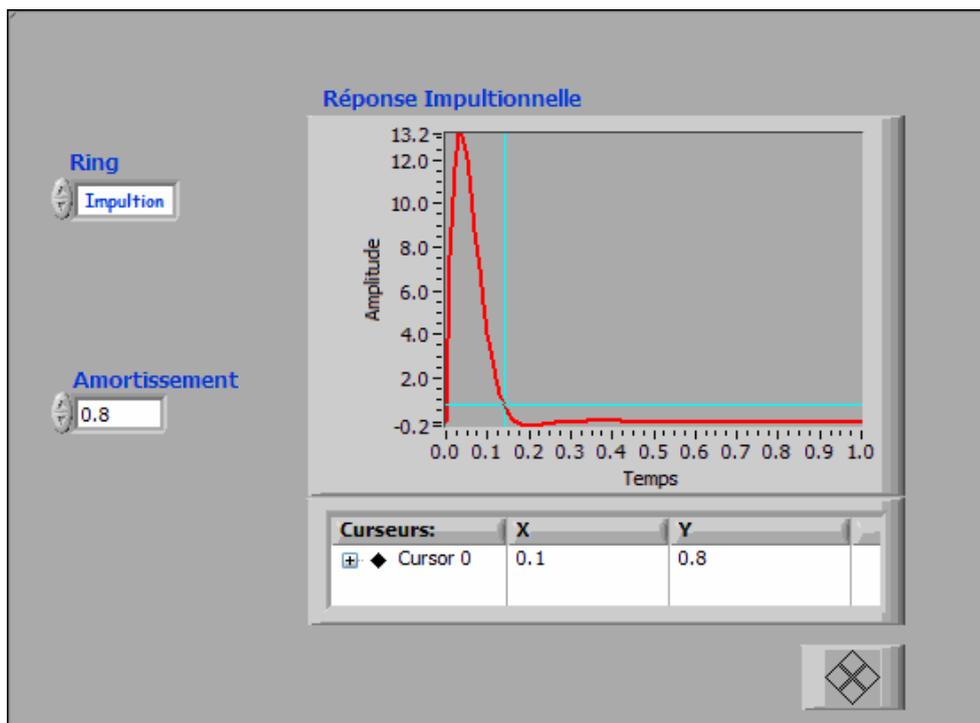
Chaque cas renseigne tous les tunnels de sortie de la structure pour pouvoir donner des informations valides aux indicateurs.

TD4 : STRUCTURES CONDITION

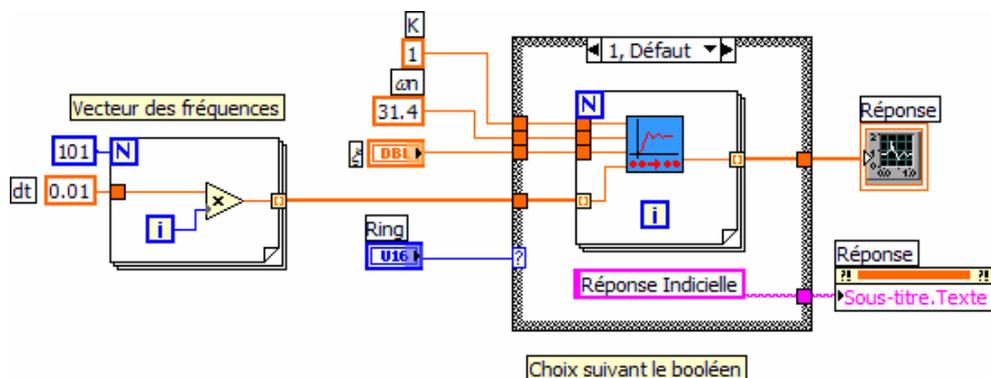


TD4_1_bis.vi

Exercice n° 1: Visualisation de la réponse Impulsionnelle ou Indicielle. Menu déroulant



Block Diagramme



TD4 : STRUCTURES CONDITION

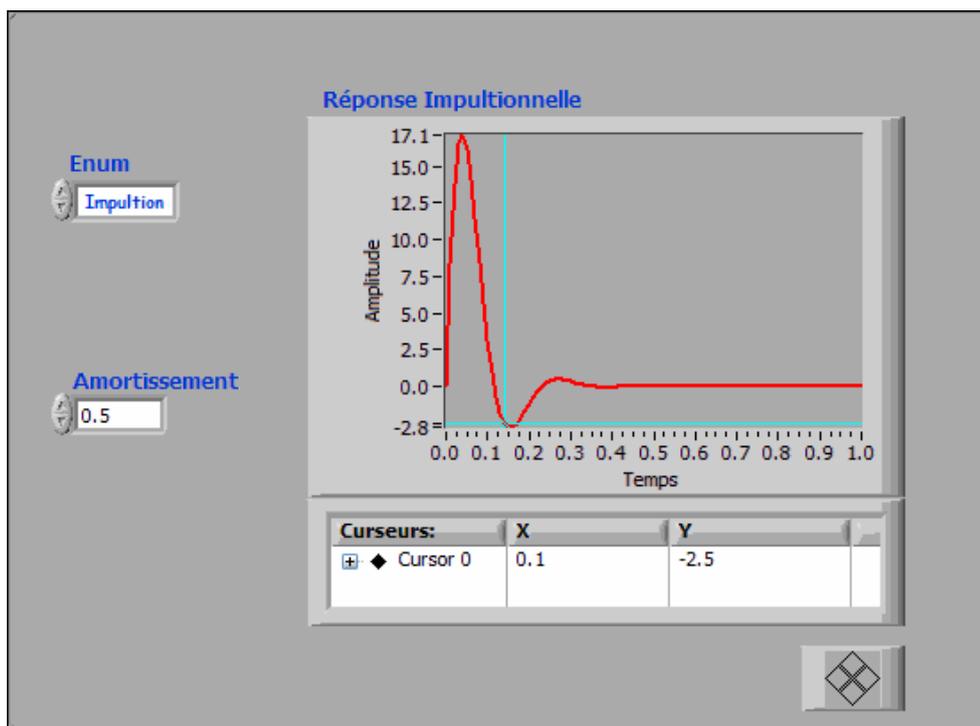
Remplacement du sélecteur par un menu déroulant ce qui permettrait d'avoir plus de deux choix possibles.
L'un des cas est référencé comme le cas par défaut (obligatoire).

TD4 : STRUCTURES CONDITION

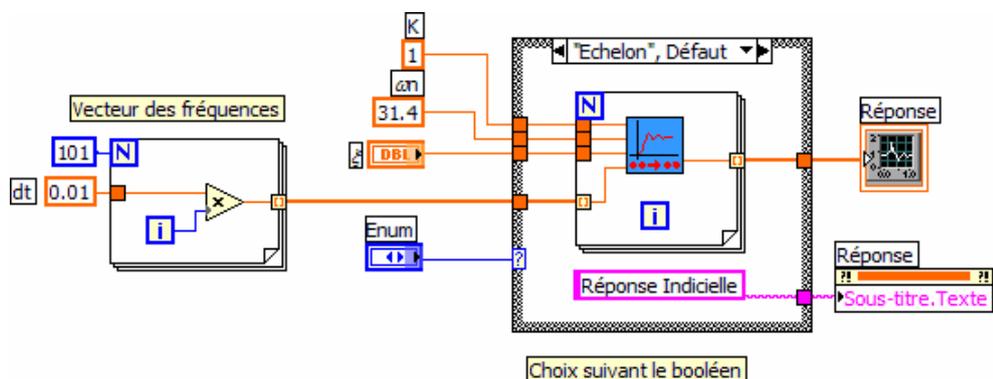


TD4_1_ter.vi

Exercice n° 1: Visualisation de la réponse Impulsionnelle ou Indicielle. Enumération



Block Diagramme



TD4 : STRUCTURES CONDITION

Remplacement du menu déroulant par une énumération.
L'un des cas est référencé comme le cas par défaut (obligatoire).

TD4 : STRUCTURES CONDITION



TD4_2.vi

Exercice n° 2: Programmation événementielle

Dans cet exercice de synthèse, vous allez créer un programme permettant d'évaluer l'effet des divers paramètres d'un filtre sur sa fonction de transfert et ses réponses impulsionnelle et indicielle.

Dans un premier temps nous devons développer un VI qui se comportant comme une boîte de dialogue, permette la saisie des paramètres.

Ensuite nous écrivons une application qui autorise l'utilisateur à choisir une visualisation ou un ajustement des paramètres, jusqu'à l'arrêt du programme.

TD4 : STRUCTURES CONDITION

TRAVAIL A EXECUTER

- **Développer** la boîte de dialogue
- **Sauvegarder** sous parametres.vi
- **Analyser** la structure de programme nécessaire
- **Mettre en place** les éléments de face avant
- Sur le diagramme, **mettre en place** les sous-VI précédemment étudiés.
- **Développer et Sauvegarder**

TD4 : STRUCTURES CONDITION

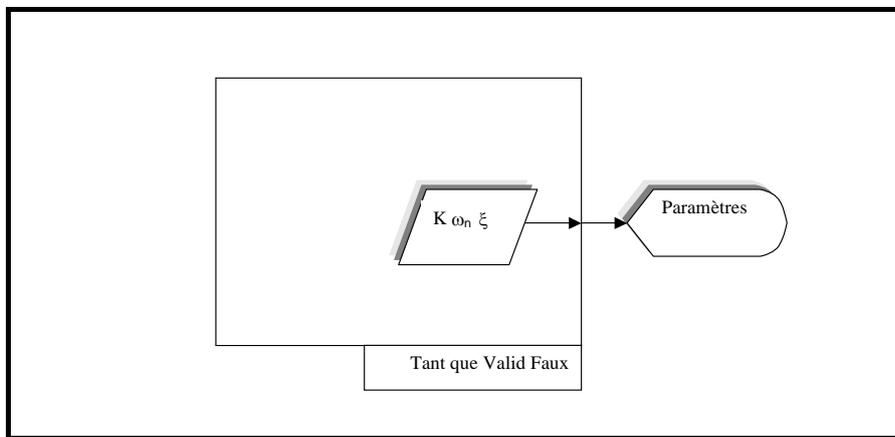


Parametres.vi

Exercice n° 2: sous-VI de type « boîte de dialogue »

Pour améliorer la lisibilité des diagrammes développés, nous regrouperons les paramètres du filtre dans une structure de type « cluster ».

Flux de données



Variables et Paramètres

Résultat					
Paramètres					
Sous titre	<table border="1"> <tr> <td><i>type</i></td> <td>Cluster</td> </tr> <tr> <td><i>apparence</i></td> <td></td> </tr> </table>	<i>type</i>	Cluster	<i>apparence</i>	
<i>type</i>	Cluster				
<i>apparence</i>					
	Paramètres				
	K				
	ω_n				
	ξ				

TD4 : STRUCTURES CONDITION

Eléments d'ergonomie



Saisir les paramètres du filtre, puis valider...

Gain	Pulsation Naturelle	Amortissement
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="31.40"/>	<input type="text" value="0.8"/>

VALIDER

Les propriétés du VI sont modifiées pour un fonctionnement de type « boîte de dialogue »

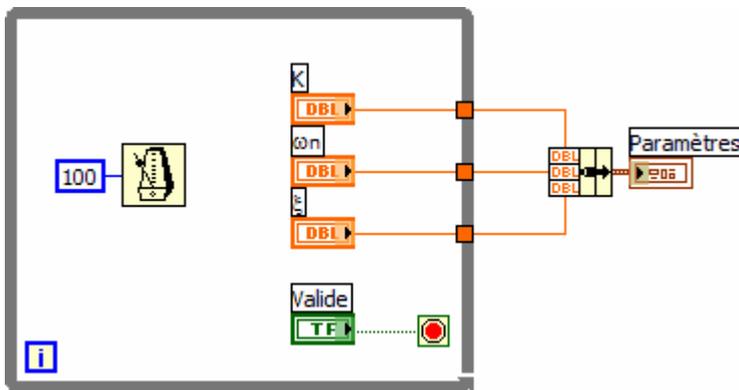
TD4 : STRUCTURES CONDITION



Parametres.vi

Exercice n° 2: sous-VI de type « boîte de dialogue »

Block Diagramme



TD4 : STRUCTURES CONDITION

Les trois éléments formant les paramètres du filtre sont regroupés par le biais d'une fonction « Assembler un cluster » dans une structure.

Ceci permet de simplifier la connectique du VI et améliore la lisibilité des diagrammes.

Ne pas oublier de séquencer la boucle.

TD4 : STRUCTURES CONDITION



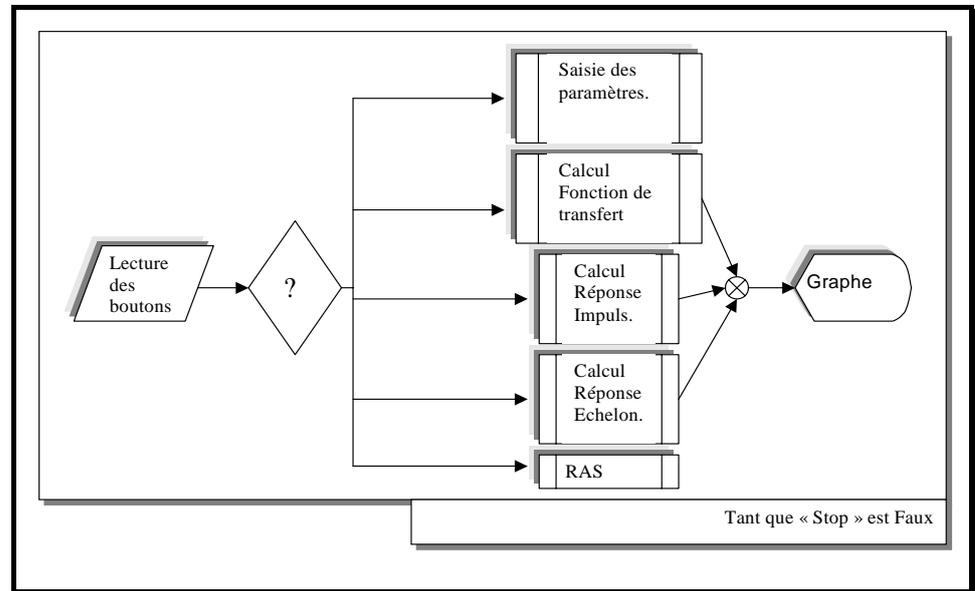
TD4_2.vi

Exercice n° 2: Evénements de face avant

Le choix de l'opérateur se fait par le biais de boutons de sélection. L'opérateur peut choisir de visualiser la fonction de transfert, la réponse impulsionnelle ou la réponse indicelle du système dont il aura saisi au préalable les paramètres. L'arrêt se fait en appuyant sur un bouton stop.

TD4 : STRUCTURES CONDITION

Flux de données simplifié



Le test de l'état des boutons de la face avant peut se faire soit dans l'application (par polling) soit géré par le gestionnaire d'évènement intégré dans le moteur de LabVIEW.

TD4 : STRUCTURES CONDITION

Variables et Paramètres

Variable					
Fonction de transfert					
Sous titre				<i>type</i>	Boléen
				<i>apparence</i>	Bouton poussoir
<i>défaut</i>	Faux			<i>Action</i>	Armement

Variable					
Sous titre				<i>type</i>	Boléen
				<i>apparence</i>	Bouton poussoir
<i>défaut</i>	Faux			<i>Action</i>	

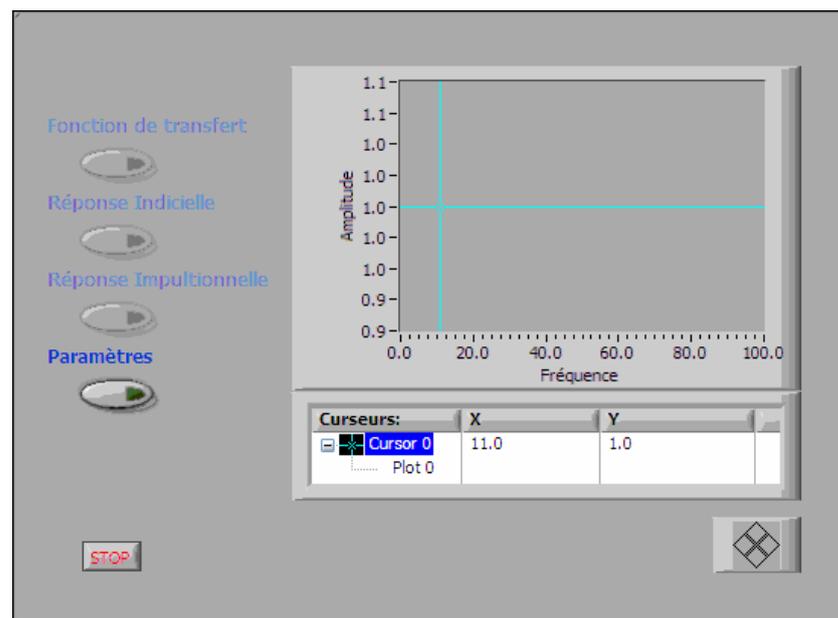
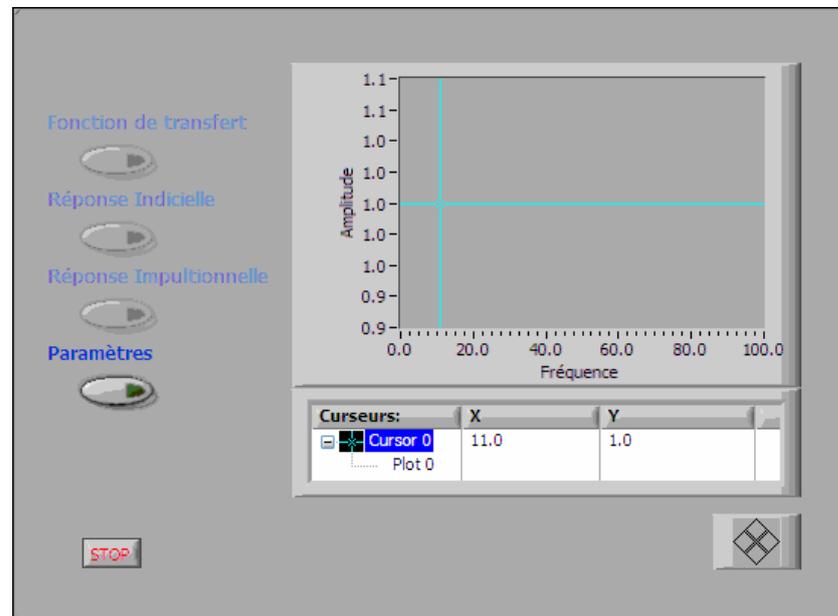
Variable					
Sous titre				<i>type</i>	Boléen
				<i>apparence</i>	Bouton poussoir
<i>défaut</i>	Faux			<i>Action</i>	

Variable					
Sous titre				<i>type</i>	Boléen
				<i>apparence</i>	Bouton poussoir
<i>défaut</i>	Faux			<i>Action</i>	

Résultat					
Réponse					
Sous titre				<i>type</i>	Tableau de double
				<i>apparence</i>	Graphe

TD4 : STRUCTURES CONDITION

Eléments d'ergonomie



L'échelle en Y est automatique.

L'échelle en X est fixe (0 - 1s), l'incrément temporel est de 0.01s pour les visualisations temporelles.

L'échelle en X est fixe (0 - 100hz), l'incrément temporel est de 1 Hz pour les visualisations fréquentielles.

Le sous-titre du graphe dépend de la sélection.

① L'échelle des X change dynamiquement (nom et ΔX_0)

Les choix non autorisés (au départ) sont grisés.

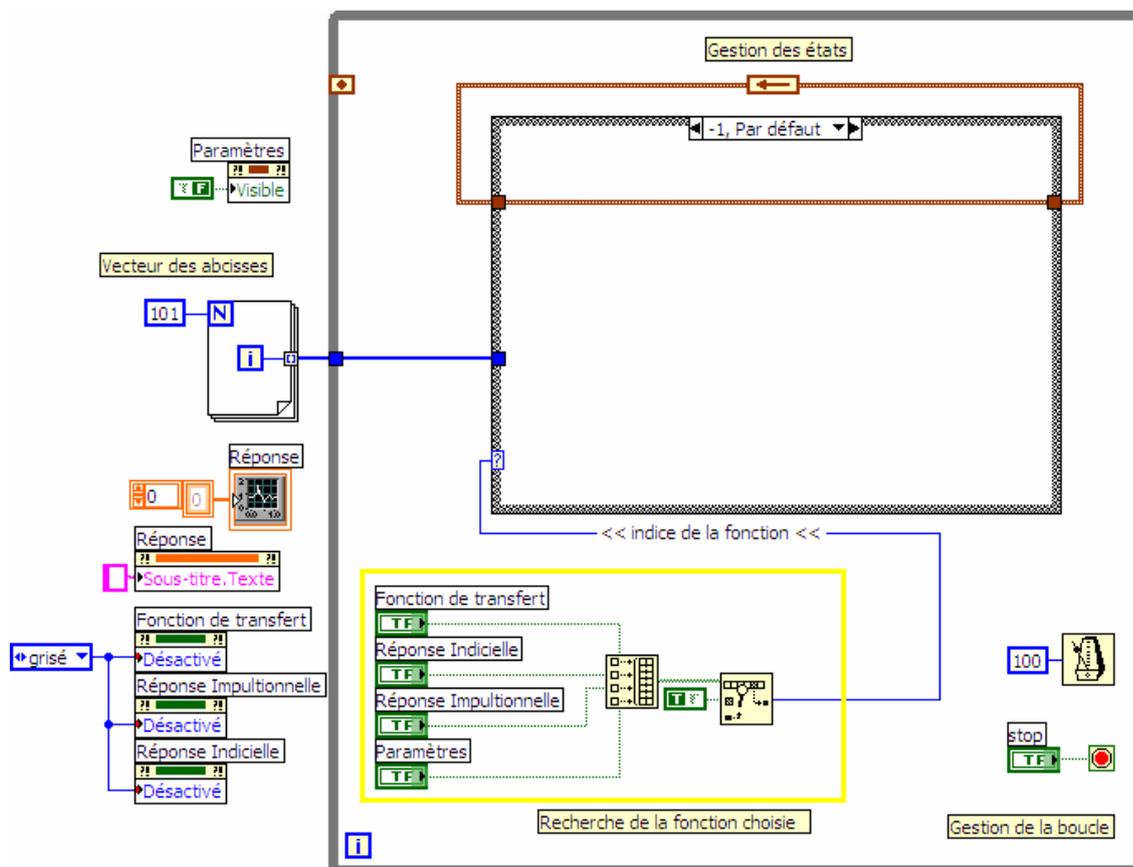
TD4 : STRUCTURES CONDITION



TD4_2.vi

*Exercice n° 2: Evénements de face avant
par scrutation*

Block Diagramme



TD4 : STRUCTURES CONDITION

	<p>Le graphe est paramétré suivant la visualisation demandée ; Le facteur d'échelle est ici la partie imaginaire de la constante de fréquence complexe.</p>
	<p>La structure des paramètres une fois saisie est passée aux autres état par un nœud de rétroaction (ou un registre à décalage). La visualisation du cluster est activée. Tous les boutons sont activés</p>

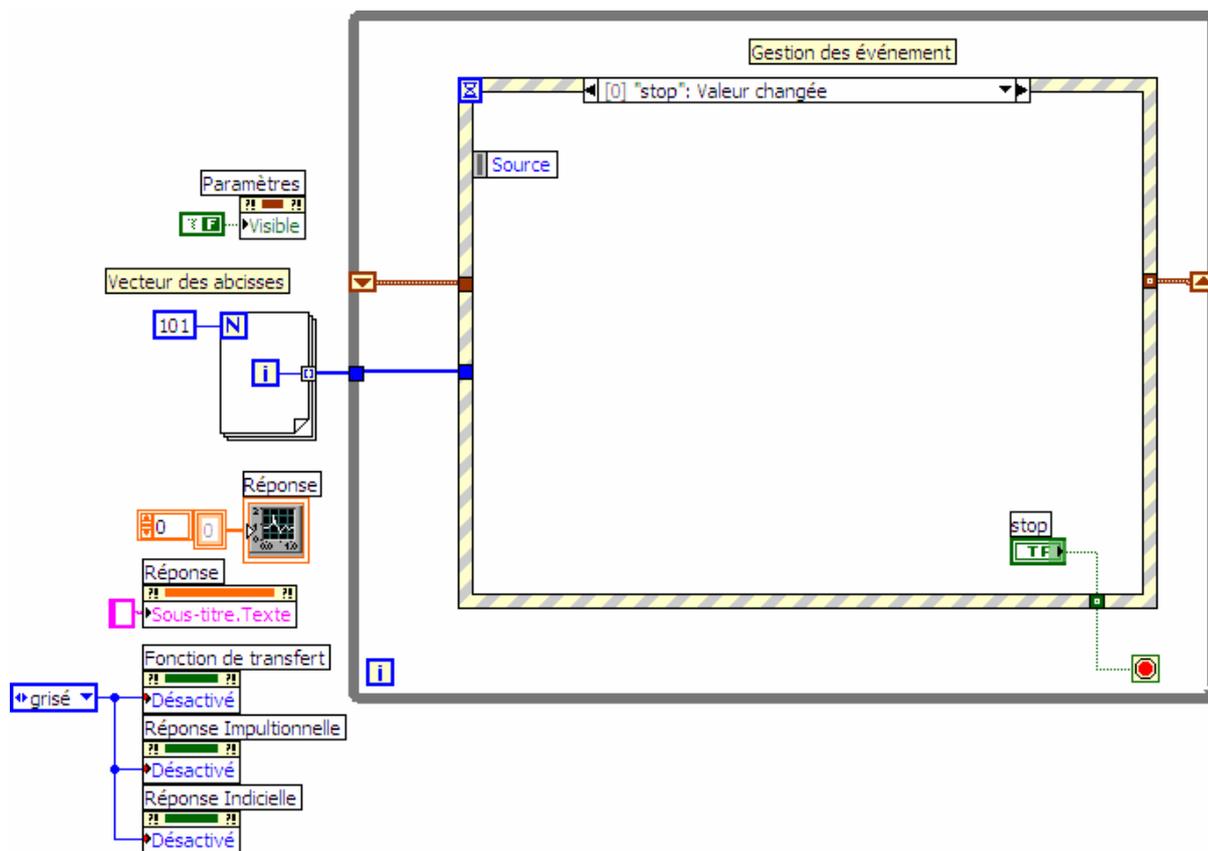
TD4 : STRUCTURES CONDITION



TD4_2_bis.vi

*Exercice n° 2: Evénements de face avant
par évènement*

Block Diagramme



TD4 : STRUCTURES CONDITION

	<p>La structure des paramètres une fois saisie est passée aux autres état par un registre à décalage. Tous les boutons sont activés</p>
	<p>Le graphe est paramétré suivant la visualisation demandée ; Le facteur d'échelle est ici la partie imaginaire de la constante de fréquence complexe.</p>

FICHIERS



Quel que soit le système développé, il est nécessaire de lire des données ou de sauvegarder des résultats dans un ou plusieurs fichiers. Nous allons voir comment enregistrer et relire des données sous forme de texte tabulé, compatible avec toute suite bureautique.

De même, il est utile de pouvoir lire des données de configuration. Nous verrons comment lire un fichier contenant de telles données. Le chapitre 11 du Manuel Principes de base de LabVIEW traite de ce point de cours.

POINTS DE COURS

- E/S sur fichiers, création de fichiers texte.
 - E/S sur fichiers, fonctions.
 - E/S sur fichiers, VIs de fichiers de configuration.
 - chaînes, fonctions.
 - spécificateurs de format, syntaxe.
-



TD5_1.vi

Exercice n° 1: Fonction de transfert d'un filtre Butterworth

Nous allons enregistrer dans un fichier compatible avec une application de type tableur, la réponse normalisée de filtres de Butterworth. Dans un premier temps nous développerons un sous-VI qui en fonction de l'ordre délivre les valeurs de l'amplitude et de la phase pour les rapports de fréquence compris entre 0 et 5 par pas de 0,1.

Nous utiliserons les VI de la bibliothèque « traitement de signal ». Pour mémoire nous rappelons ci-dessous les éléments mathématiques nécessaires.

Si $h(t)$ est la réponse impulsionnelle d'un système, sa transformée de Fourier $H(j\omega)$ est la fonction de transfert du système .

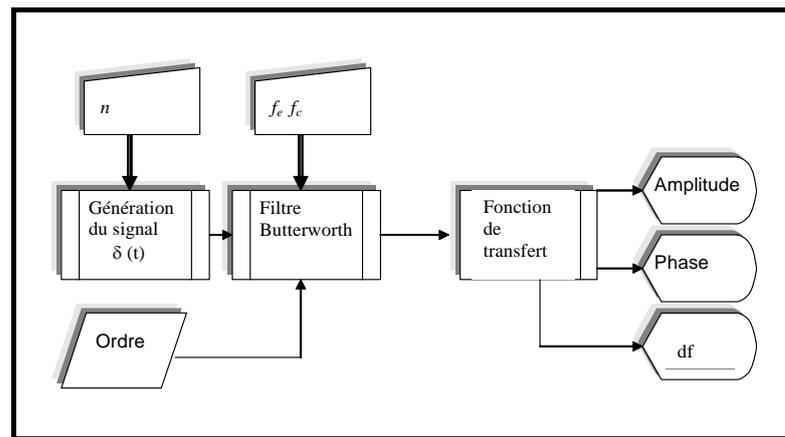
La transformée de Fourier discrète d'une suite temporelle de n points échantillonnée à la fréquence f_e est une suite n périodique de pas f_e/n .

TRAVAIL A EXECUTER

- **Explorer** les fonctions de traitement du signal disponible
 - **Analyse** en terme de flux de données.
 - **Développer** le sous-VI
 - Sauvegarder sous TD5_1.vi
-

Ce travail préliminaire permettra au lecteur de se familiariser avec les fonctions d'analyse et de traitement du signal de la bibliothèque mathématique.

Flux de données



TD5 : FICHIERS

Variables et Paramètres

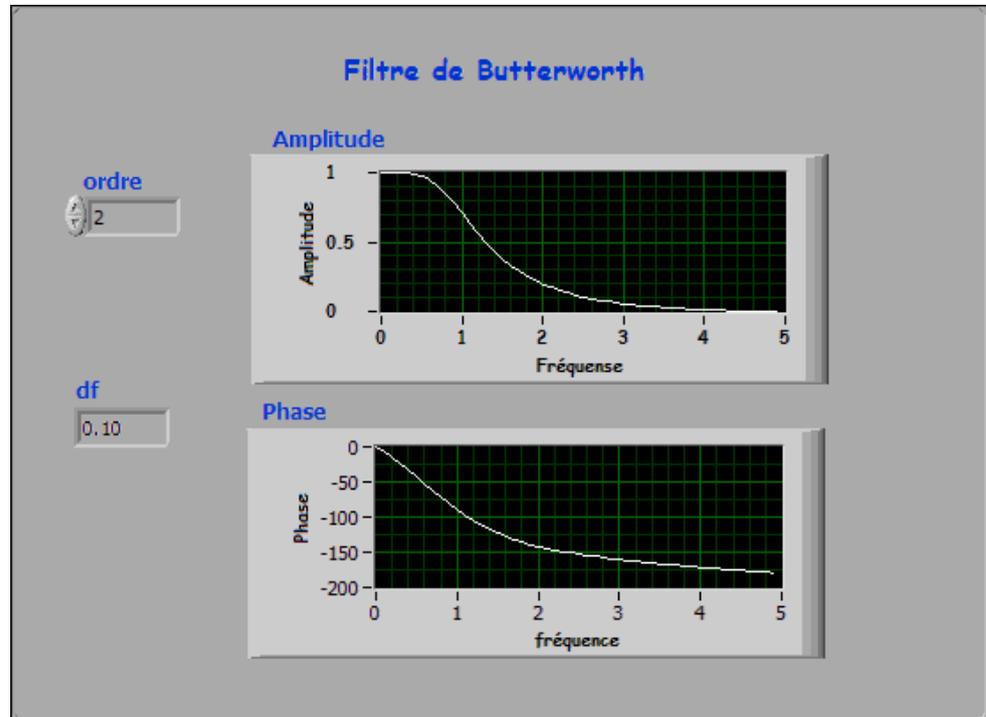
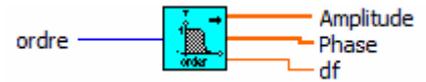
Variable							
ordre							
Sous titre		Ordre du filtre		<i>type</i>	Entier		
				<i>apparence</i>			
<i>défaut</i>	2	<i>Min</i>	1	<i>max</i>	10	<i>inc</i>	1

Résultat						
Amplitude						
Amplitude de la fonction de transfert						
Sous titre		Amplitude		<i>type</i>	Tableau de doubles	
				<i>apparence</i>	Graphe	

Résultat						
Phase						
Phase de la fonction de transfert (en degrés)						
Sous titre		Phase		<i>type</i>	Tableau de doubles	
				<i>apparence</i>	Graphe	

Résultat						
df						
Pas en fréquence						
Sous titre		df		<i>type</i>	double	
				<i>apparence</i>	Indicateur numérique	

Eléments d'ergonomie



Format de la face avant : 570x430 pixels

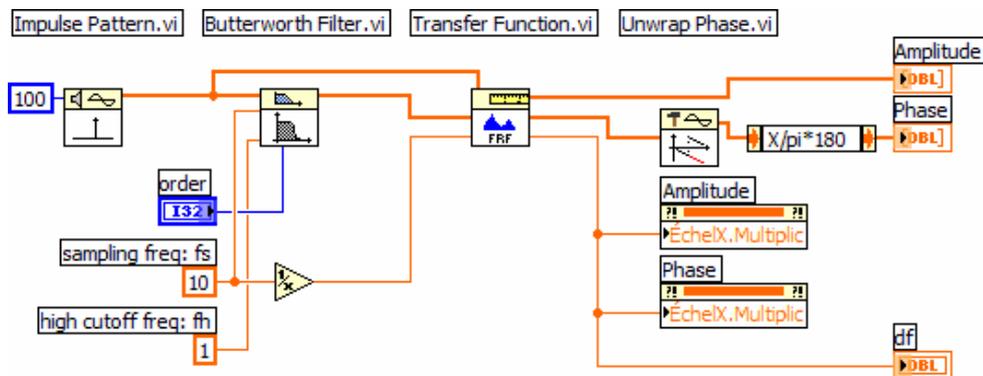
TD5 : FICHIERS



TD5_1.vi

Exercice n° 1: Fonction de transfert d'un filtre Butterworth

Block Diagramme



NI_AALBase.lvlib:Impulse Pattern.vi

..\National Instruments\LabVIEW 8.0\vi.lib\Analysis\1siggen.llb\Impulse Pattern.vi



NI_AALBase.lvlib:Butterworth Filter.vi

..\National Instruments\LabVIEW 8.0\vi.lib\Analysis\3filter.llb\Butterworth Filter.vi



NI_AALPro.lvlib:Transfer Function.vi

..\National Instruments\LabVIEW 8.0\vi.lib\Analysis\0measdsp.llb\Transfer Function.vi



NI_AALPro.lvlib:Unwrap Phase.vi

..\National Instruments\LabVIEW 8.0\vi.lib\Analysis\2dsp.llb\Unwrap Phase.vi



NI_AALBase.lvlib:Butterworth Filter (DBL).vi

..\National Instruments\LabVIEW 8.0\vi.lib\Analysis\3filter.llb\Butterworth Filter (DBL).vi

La fonction Unwrap Phase permet d'avoir une représentation continue de la phase qui est convertie en degré après le lissage.

Le lecteur analysera la rédaction du VI « Transfert Function ».



TD5_2.vi

Exercice n° 2: Enregistrement de la fonction de transfert

Nous allons enregistrer dans un fichier (placé dans le sous répertoire ... \Filtres\) sous forme de deux colonnes, Amplitude / Phase, les résultats fournis par le VI développé à l'exercice 5_1. Les données seront enregistrées au format texte tabulé afin de pouvoir être relues par une application tableur.

Pour ce premier exercice utilisant les fonctions d'entrée/sortie sur fichier nous n'utiliserons que les fonctions de haut niveau.

La face avant permettra à l'utilisateur de fixer l'ordre du filtre et visualisera le chemin complet du fichier dans lequel les résultats sont écrits.

TRAVAIL A EXECUTER

- **Explorer** les fonctions de haut niveau.
 - **Ecrire** le programme
 - Sauvegarder
 - **Exécuter et lire** le fichier résultant
-

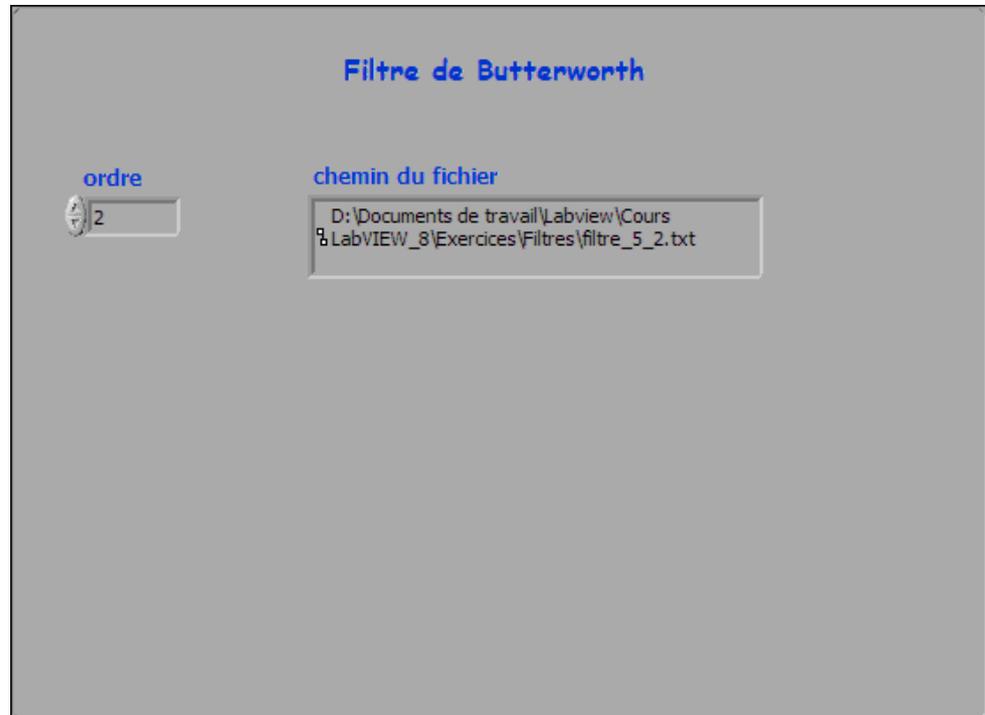
Nous n'imposerons pas le chemin du fichier, mais laisserons LabVIEW demander à l'exécution l'emplacement de sauvegarde.

Flux de données

TD5 : FICHIERS

Variables et Paramètres

Éléments d'ergonomie



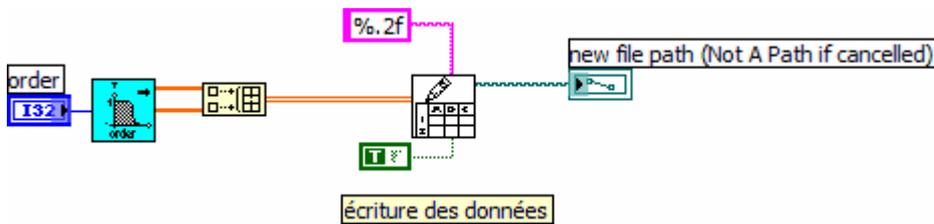
TD5 : FICHIERS



TD5_2.vi

Exercice n° 2: Enregistrement de la fonction de transfert

Block Diagramme



Les deux vecteurs sont assemblés pour donner un tableau de deux lignes ; l'entrée *transposition* de la fonction d'enregistrement est forcée à Vrai de façon à écrire deux colonnes dans le fichier.
Le lecteur remarquera que toutes les valeurs sont enregistrées avec le même format (ici %.2f).

Relecture du fichier (filtre_5_2.txt)

The screenshot shows a Microsoft Excel window titled "Microsoft Excel - filtre_5_2.txt". The menu bar includes "Fichier", "Edition", "Affichage", and "Insertion". The toolbar contains various icons for file operations and editing. The active cell is L1C1, and the formula bar shows "fx 1". The spreadsheet displays a table with two columns and 21 rows. The first column is filtered to show values from 1 down to 0.2, and the second column shows corresponding values from 0 down to -141.67.

	1	2
1	1	0
2	1	-7.86
3	1	-15.88
4	1	-24.2
5	0.99	-32.93
6	0.97	-42.12
7	0.95	-51.72
8	0.9	-61.57
9	0.85	-71.42
10	0.78	-80.99
11	0.71	-90
12	0.63	-98.27
13	0.56	-105.71
14	0.49	-112.33
15	0.43	-118.18
16	0.38	-123.34
17	0.33	-127.9
18	0.29	-131.94
19	0.25	-135.54
20	0.22	-138.77
21	0.2	-141.67

Nous conviendrons aisément que certaines informations en entête seraient utiles, par exemple le type et l'ordre du filtre ainsi que le titre des colonnes.



TD5_3.vi

Exercice n° 3: Enregistrement de la fonction de transfert

complément

Nous allons modifier le programme précédent de façon à faire apparaître une entête dans le fichier enregistré. Cette entête sera composée les informations de type et d'ordre du filtre, du pas en fréquence et des titres des deux colonnes.

Nous utiliserons toujours ici les fonctions de haut niveau.

TRAVAIL A EXECUTER

- **Analyser** les modifications à apporter.
- **Modification** du diagramme (à partir de TD5_2.vi)
- **Sauvegarder** sous TD5_3.vi

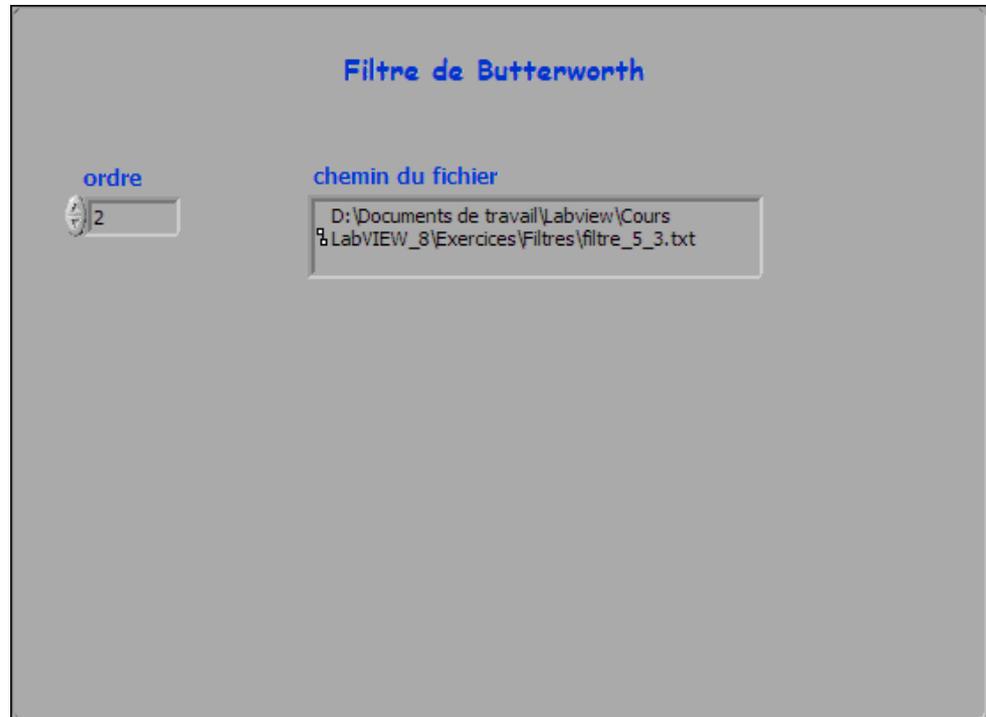
Nous imposerons le chemin du répertoire du fichier ainsi que sont type (*.txt) mais pas son nom. Le chemin sera relatif à la position du VI TD5_3 .

Flux de données

TD5 : FICHIERS

Variables et Paramètres

Éléments d'ergonomie



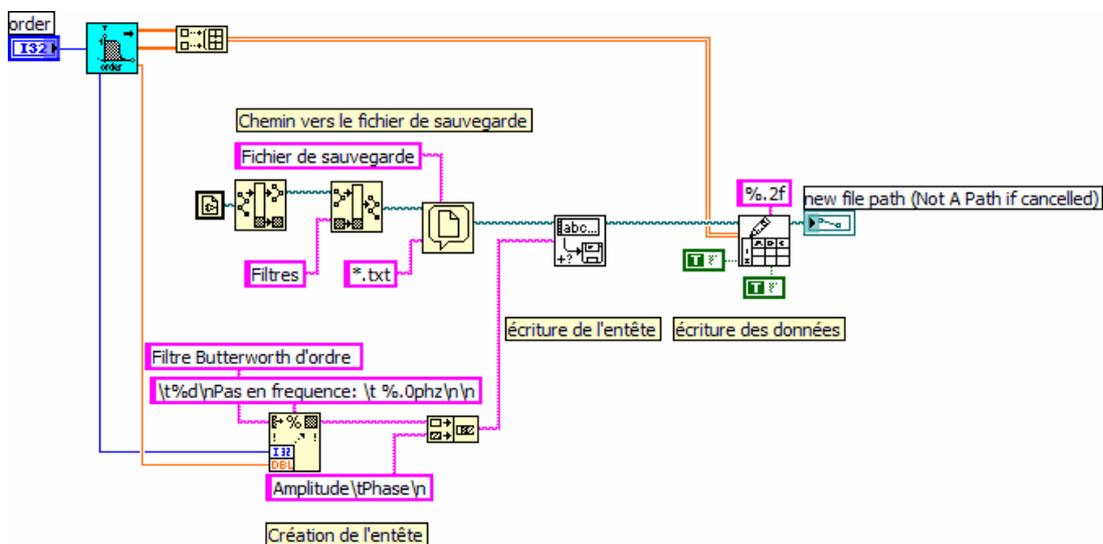
TD5 : FICHIERS



TD5_3.vi

Exercice n° 3: Enregistrement de la fonction de transfert

Block Diagramme



Le chemin du fichier est obtenu à partir du chemin du fichier exécuté (TD5_3.vi) complété du chemin relatif (/fichiers).

La fonction « boîte de dialogue » permet à l'utilisateur de saisir un nom de fichier.

L'entête est créée à partir de la concaténation de deux chaînes de caractères, le type de fichier et le titre des lignes. Les commandes `\n` et `\t` correspondent respectivement aux caractères « Line feed » et « Tabulation ».

Attention au mode d'affichage de la constante texte (mode code /)

Les mises en forme `%d` et `%p` assurent la conversion de l'ordre sous forme d'un nombre décimal et le pas en fréquence en nombre fractionnaire au format ingénieur (ici avec zéro chiffre de précision).

La première écriture ouvre le fichier et écrit l'entête, la seconde les deux colonnes de données. Le lecteur remarquera le chaînage entre les deux fonctions d'écriture assurant l'ordre d'exécution. L'entrée « ajouter au fichier » de la seconde écriture doit être forcée à Vrai.

Relecture du fichier (filtre_5_3.txt)

	1	2	3
1	Filtre Butterworth d'ordre	2	
2	Pas en frequence:	100mhz	
3			
4	Amplitude	Phase	
5		1	0
6		1	-7.86
7		1	-15.88
8		1	-24.2
9		0.99	-32.93
10		0.97	-42.12
11		0.95	-51.72
12		0.9	-61.57
13		0.85	-71.42
14		0.78	-80.99
15		0.71	-90
16		0.63	-98.27
17		0.56	-105.71
18		0.49	-112.33
19		0.43	-118.18
20		0.38	-123.34
21		0.33	-127.9

Si l'entête apporte un complément d'information, une colonne avec les fréquences et des formats d'écriture adaptés à chaque colonne apporteraient un confort de lecture.



TD5_4.vi

Exercice n° 4: Enregistrement de la fonction de transfert

fonctions intermédiaires

Nous allons modifier le programme précédent de façon à faire apparaître une colonne avec les valeurs de la fréquence avec une précision du $10^{\text{ème}}$ de hertz . Les amplitudes seront enregistrées avec deux chiffres de précision, les phases sous forme de trois digits signés et complétés par des zéros si nécessaire suivis d'un chiffre de précision.

Nous utiliserons ici les fonctions de niveau intermédiaire.

TRAVAIL A EXECUTER

- **Analyser** les modifications à apporter.
- **Modification** du diagramme (à partir de TD5_3.vi)
- **Sauvegarder** sous TD5_4.vi

Nous imposerons le chemin et le nom du fichier construit à partir de l'information d'ordre, F_Butt_*o*.txt ou *o* est l'ordre du filtre.

Flux de données

TD5 : FICHIERS

Variables et Paramètres

Éléments d'ergonomie



TD5 : FICHIERS

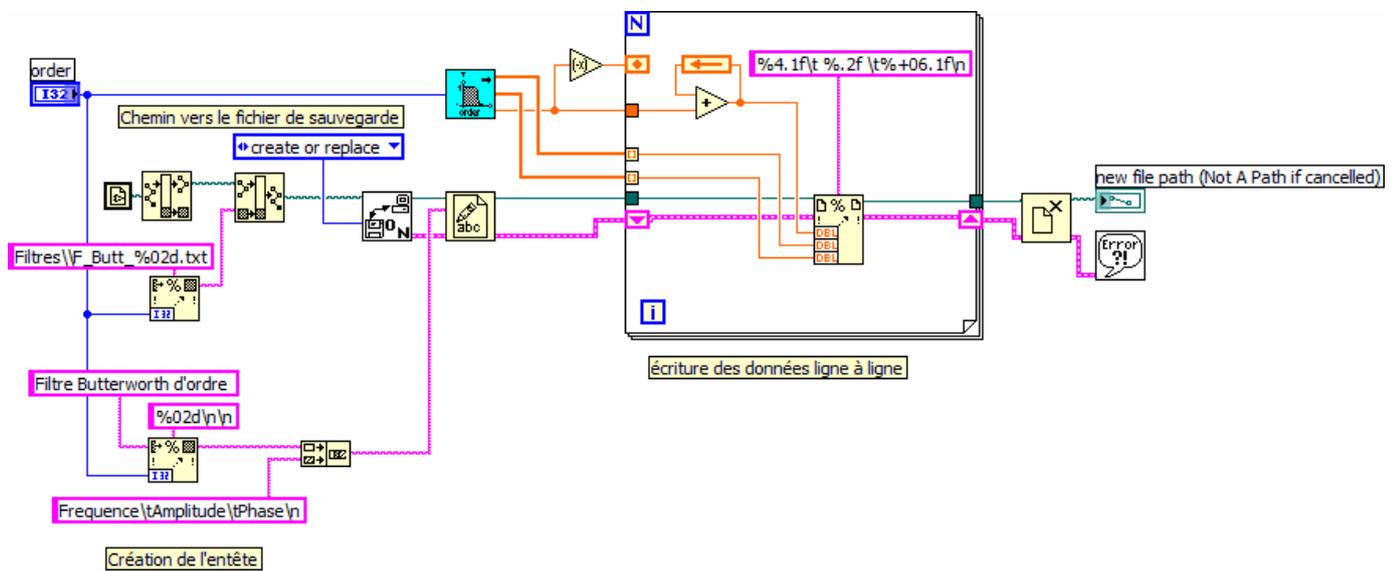


TD5_4.vi

Exercice n° 4: Enregistrement de la fonction de transfert

fonctions intermédiaires

Block Diagramme



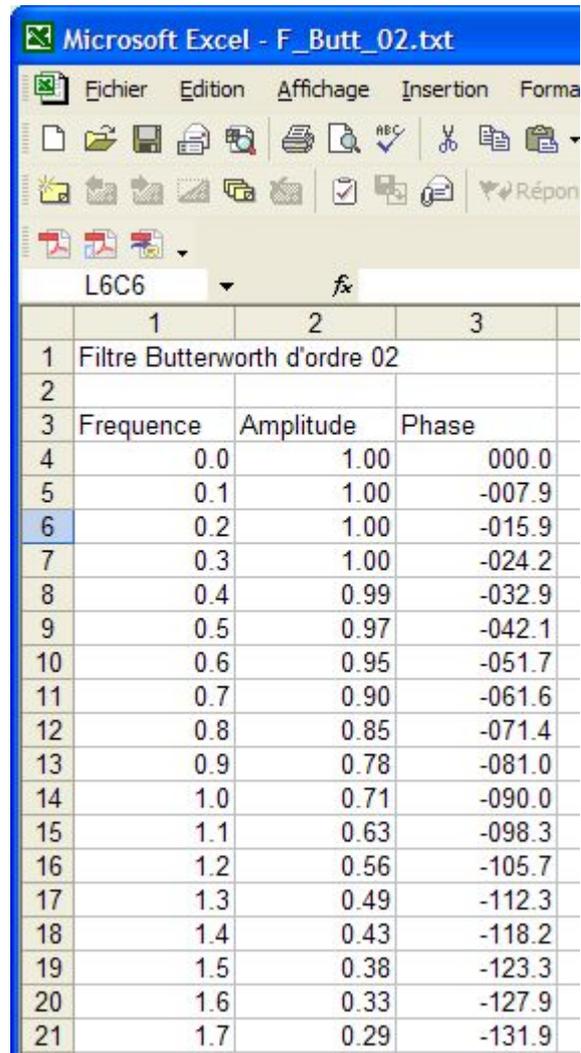
L'ordre d'exécution des fonctions de fichier est imposé par le double chaînage de la refnum et du cluster d'erreur.

Dans la mise en forme du nom du fichier à partir de l'ordre, le double \ permet de valider le second comme un caractère ASCII et non comme un caractère de commande.

La boucle For auto incrémentée en entrée permet d'écrire le fichier ligne à ligne, en imposant des formats de donnée différent pour chaque entité.

TD5 : FICHIERS

Relecture du fichier (F_Butt_02.txt)



Microsoft Excel - F_Butt_02.txt

Fichier Edition Affichage Insertion Forma

L6C6 fx

	1	2	3
1	Filtre Butterworth d'ordre 02		
2			
3	Frequence	Amplitude	Phase
4	0.0	1.00	000.0
5	0.1	1.00	-007.9
6	0.2	1.00	-015.9
7	0.3	1.00	-024.2
8	0.4	0.99	-032.9
9	0.5	0.97	-042.1
10	0.6	0.95	-051.7
11	0.7	0.90	-061.6
12	0.8	0.85	-071.4
13	0.9	0.78	-081.0
14	1.0	0.71	-090.0
15	1.1	0.63	-098.3
16	1.2	0.56	-105.7
17	1.3	0.49	-112.3
18	1.4	0.43	-118.2
19	1.5	0.38	-123.3
20	1.6	0.33	-127.9
21	1.7	0.29	-131.9

TD5_5.vi

Exercice n° 5: Fichier de configuration



Les fonctions filtres proposent de nombreux paramètres de configuration. Nous allons développer une application qui permet de choisir un ensemble de paramètres parmi plusieurs configurations prés-enregistrées dans un fichier. Le choix de la configuration se fait par le biais d'une liste déroulante.

Pour simplifier cet exemple nous ne gérerons que deux paramètres, le type de filtre et l'ordre.

Dans un premier temps nous modifierons le sous-VI TD5_1 pour qu'il accepte comme paramètres d'entrées le type et l'ordre du filtre. La fréquence de coupure haute sera fixée à 2. Ce sous-VI sera appelé H_Butt.vi.

Pour mémoire nous rappelons ci-dessous la constitution d'un fichier de configuration.

Un fichier de configuration est un fichier texte dont l'extension est *.ini* (standard Windows) qui autorise un accès aléatoire à son contenu.

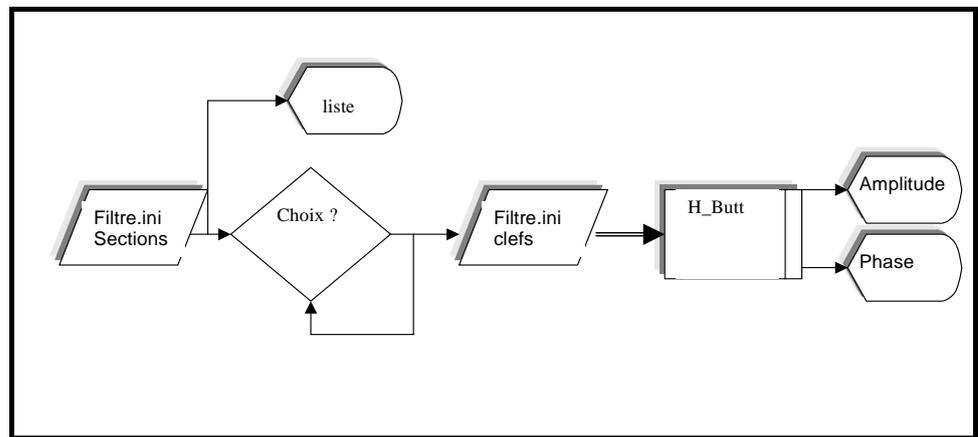
Organisé en sections contenant des clefs, il est possible de lire la valeur d'une clef par un adressage indexé par le nom de la section et de la clef.

D'un point de vue syntaxique, les sections sont désignées par des noms entre crochets, *[section]*, les clefs par des noms placés en début de ligne à gauche d'un signe d'égalité, *clef=valeur*. La valeur d'une clef peut être de type chaîne de caractères, numérique ou booléen.

TRAVAIL A EXECUTER

- **Modifier** TD5_1 en H_Butt
- **Analyse** en terme de flux de données.
- **Ecrire** le fichier de configuration filtre.ini
- **Développer** TD5_5.vi

Flux de données



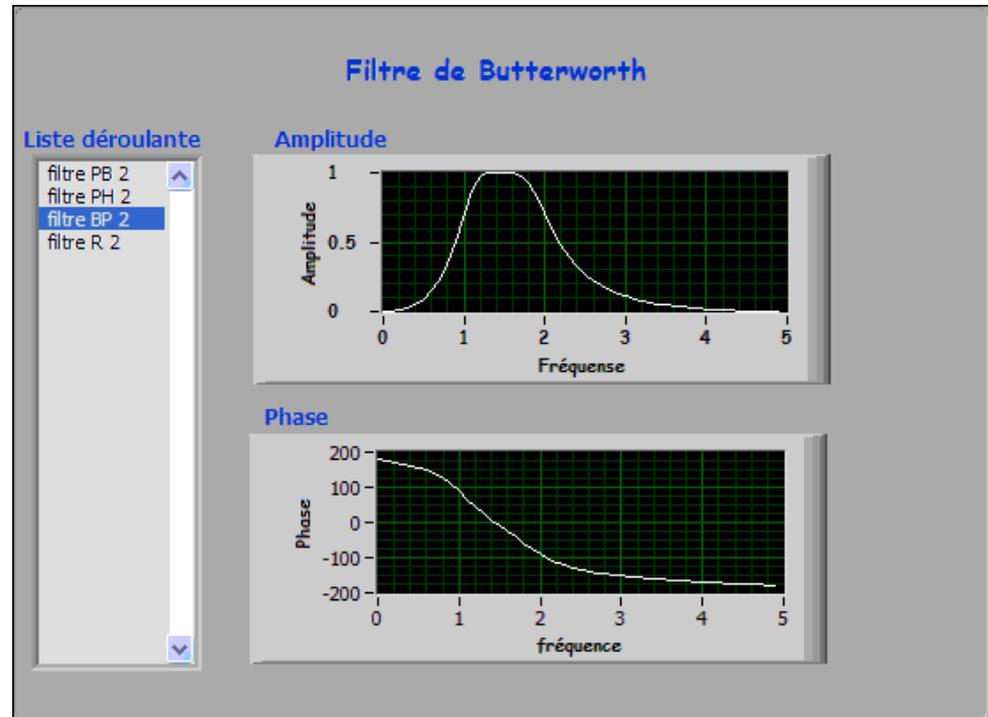
TD5 : FICHIERS

Fichier de configuration

```
*** Définition des filtres ***  
  
*** type et ordre ***  
  
[filtre PB 2]  
type=Lowpass  
ordre=2  
  
[filtre PH 2]  
type=Highpass  
ordre=2  
  
[filtre BP 2]  
type=Bandpass  
ordre=2  
  
[filtre R 2]  
type=Bandstop  
ordre=2
```



Eléments d'ergonomie



Format de la face avant : 570x430 pixels

Les différentes sections contenues dans le fichier de configuration sont autant de choix proposés à l'utilisateur par le biais d'une liste déroulante. Les propositions de choix et le choix se font à l'exécution.

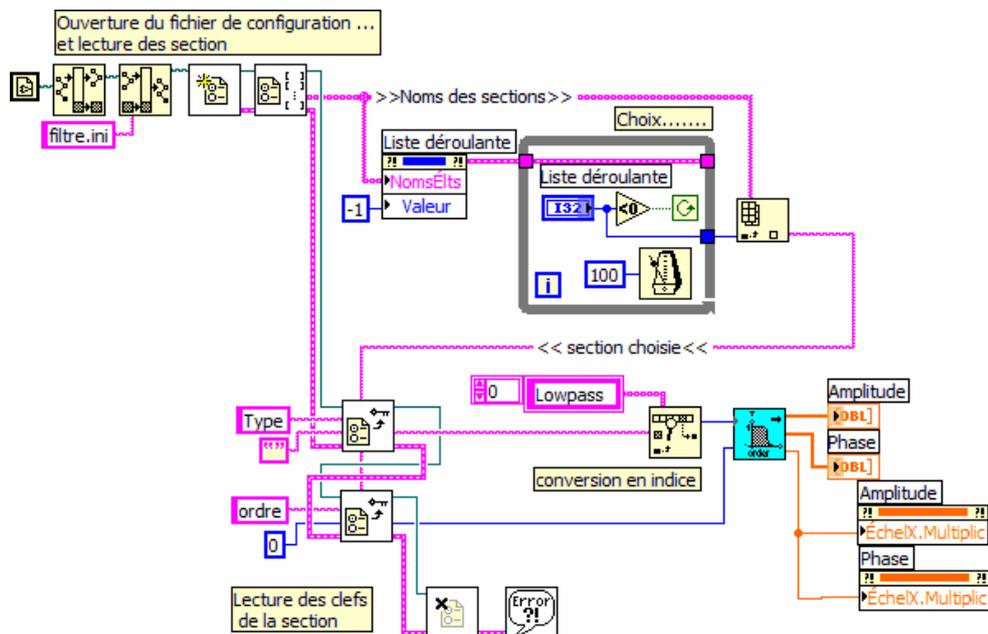
TD5 : FICHIERS



TD5_5.vi

Exercice n° 5: Fichier de configuration

Block Diagramme



La liste déroulante est initialisée avec le nom des sections et sa valeur est forcée à -1 afin de pouvoir attendre le choix de l'opérateur.

La conversion en indice permet de s'adapter aux valeurs attendues par la fonction filtre de Butterworth pour définir le type (voir l'aide en ligne).

Le lecteur notera le polymorphisme de la fonction de lecture d'une clef.

