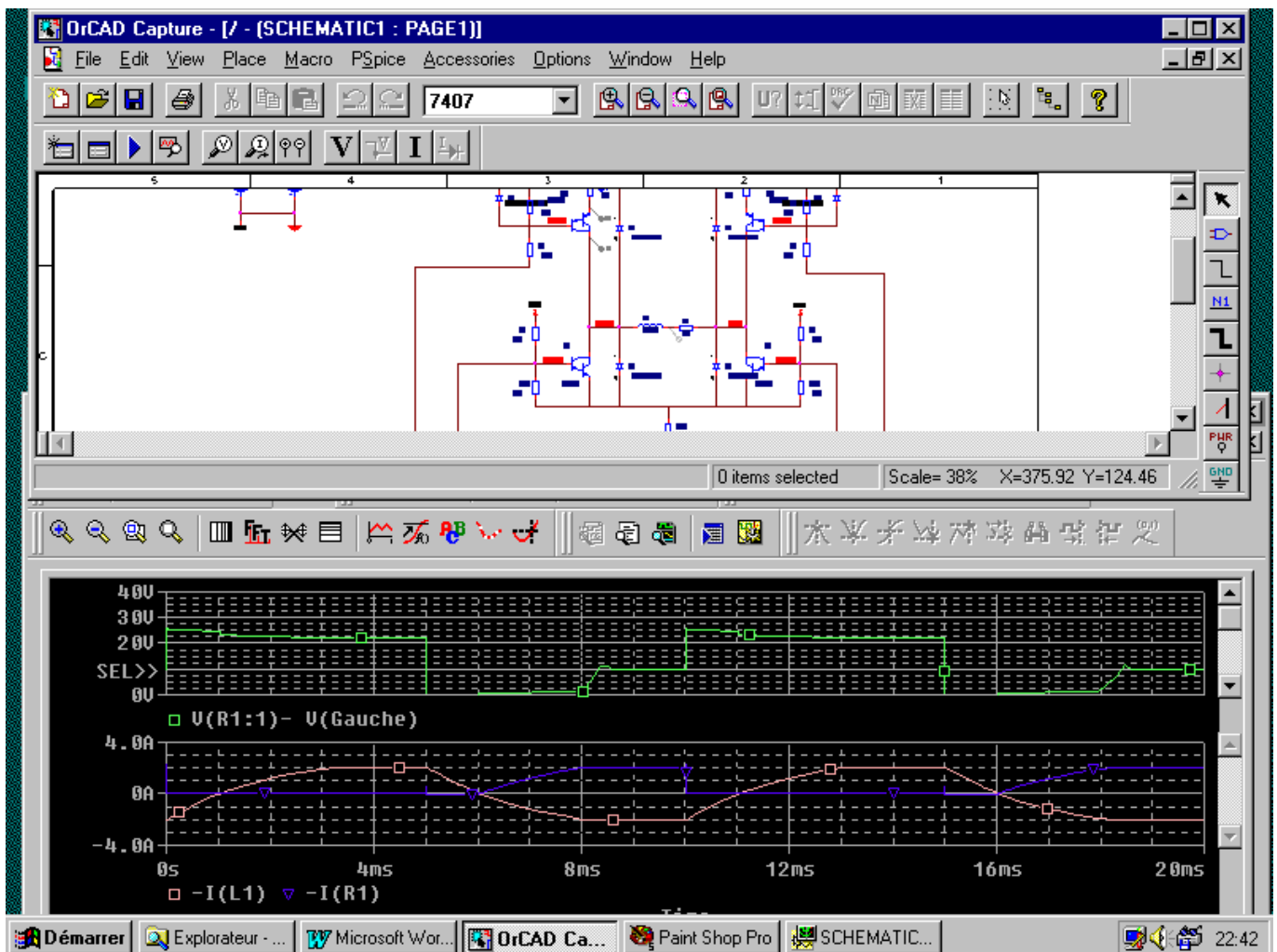


OrCad PSpice 9.1

Simulation analogique / logique



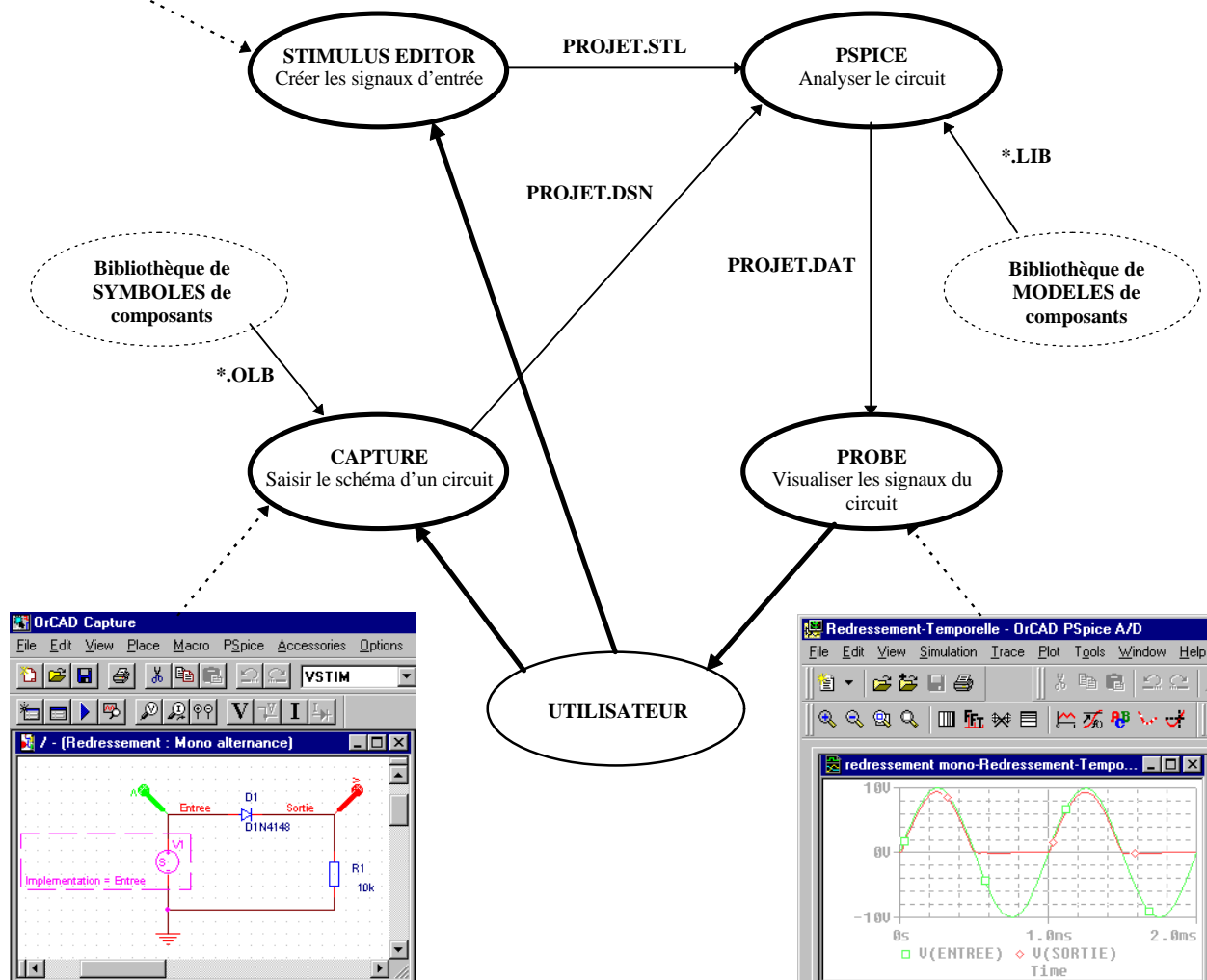
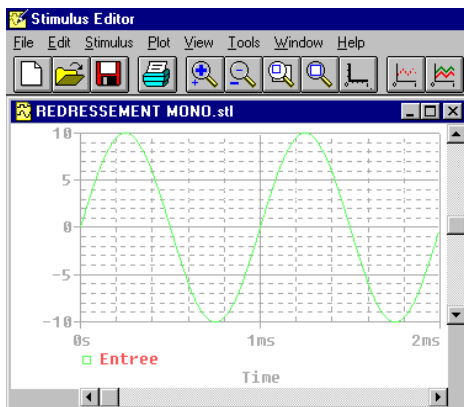
ORCAD PSPICE
SIMULATION ANALOGIQUE / LOGIQUE

1) Introduction	2
2) Icônes - Unités	3
2.1) Icônes de simulation	3
Barre d'icônes de OrCad Capture spécifique à la simulation	3
Barres d'icônes de OrCad PSpice.....	3
2.2) Unités.....	4
3) Particularités d'un schéma destiné à être simulé	5
4) Définition des signaux d'entrée.....	5
4.1) Sources analogiques	5
4.2) Autres sources.....	9
4.3) Sources logiques.....	9
4.4) Editeur de stimulus	9
5) Préparation d'une simulation	12
5.1) Spécification des signaux à visualiser	12
5.2) Création d'un profil de simulation	12
5.3) Modification d'un profil de simulation.....	13
5.4) Ajout d'un profil de simulation	13
6) Lancement d'une simulation	14
6.1) Lancement du simulateur	14
6.2) Erreurs possibles.....	14
7) Exploitation d'une simulation	15
7.1) Affichage des points calculés	15
7.2) Ajout de courbes sans revenir dans Capture	16
7.3) Ajout de courbes	16
7.4) Fonctions définies dans PSpice.....	17
7.5) Ajout d'une fenêtre de visualisation de courbes.....	17
7.6) Sauvegarde des paramètres de visualisation.....	18
7.7) Utilisation des marqueurs.....	19
7.8) Ajout de commentaires	20
8) Impression / Exportation des résultats de simulation	20
9) Exemples de simulation	21
9.1) Analyse temporelle	21
9.2) Analyse fréquentielle.....	23
9.3) Analyse continue	26
9.4) Analyse paramétrique	28
9.5) Simulation logique.....	31

1) Introduction

OrCad PSpice est un logiciel de simulation mixte (analogique et/ou logique). La mise en œuvre d'une simulation repose principalement sur :

- une description des composants et des liaisons figurant sur un schéma, sous forme de fichier « Circuit »
- une description des signaux d'entrée appliqués sur le schéma sous forme de fichier « Stimulus »
- une description des modèles de simulation des composants sous forme de fichiers « modèles ».



La visualisation des résultats de simulation s'effectue dans une partie du logiciel appelée « Probe ».

La documentation suivante mentionne les différentes étapes nécessaires pour mener à bien une simulation. Certaines actions s'effectuent :

- sur le schéma, dans OrCad Capture ;
- dans l'éditeur de stimulus PSpice Stimulus Editor;
- dans le simulateur OrCad PSpice.

2) Icônes - Unités

2.1) Icônes de simulation

Barre d'icônes de OrCad Capture spécifique à la simulation

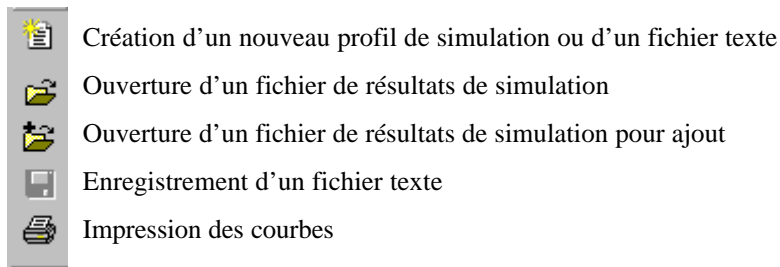
	Création d'un nouveau profil de simulation
	Edition du profil de simulation actif
	Lancement de la simulation
	Affichage des résultats de la simulation précédente
	Placement d'une « sonde » tension
	Placement d'une « sonde » courant
	Placement d'une « sonde » différentielle
	Activation / Désactivation de l'affichage des valeurs des tensions sur le schéma
	Activation / Désactivation de l'affichage d'une valeur de tension sur le schéma
	Activation / Désactivation de l'affichage des valeurs des courants sur le schéma
	Activation / Désactivation de l'affichage d'une valeur de courant sur le schéma

Barres d'icônes de OrCad PSpice

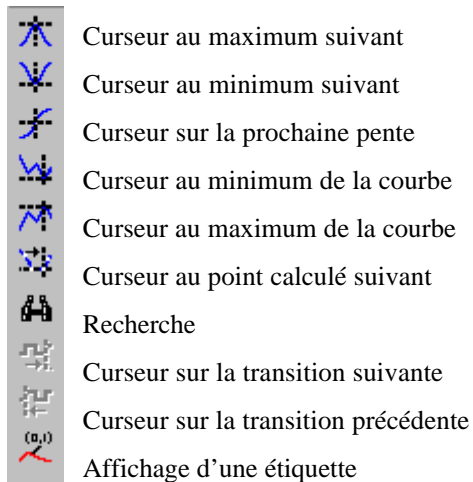
Barre d'icônes « Probe »

	Zoom + (agrandissement)
	Zoom - (diminution)
	Zoom d'une zone
	Zoom de la totalité de la simulation
	Modification échelle linéaire / échelle logarithmique en X
	Transformée de Fourier rapide
	Analyse des performances
	Modification échelle linéaire / échelle logarithmique en Y
	Ajout d'une trace
	Evaluation d'une fonction à partir d'un tracé
	Ajout de texte
	Activation / Désactivation de l'affichage des points calculés
	Activation / Désactivation des curseurs

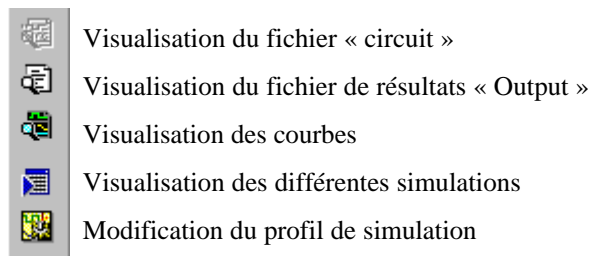
Barre d'icônes « File »



Barre d'icônes « Cursor »



Barre d'icônes « View »



Barre d'icônes « Simulate »



Lancement / Arrêt de la simulation

2.2) Unités

Les valeurs numériques doivent être spécifiées avec le point décimal et non la virgule (ex : 4,7mH interdit).

Le symbole des unités des différentes grandeurs (Tension, Courant, Capacité, Fréquence ...) peut être mentionné, mais ce n'est pas une obligation. Seul le symbole Ω ne peut être spécifié.

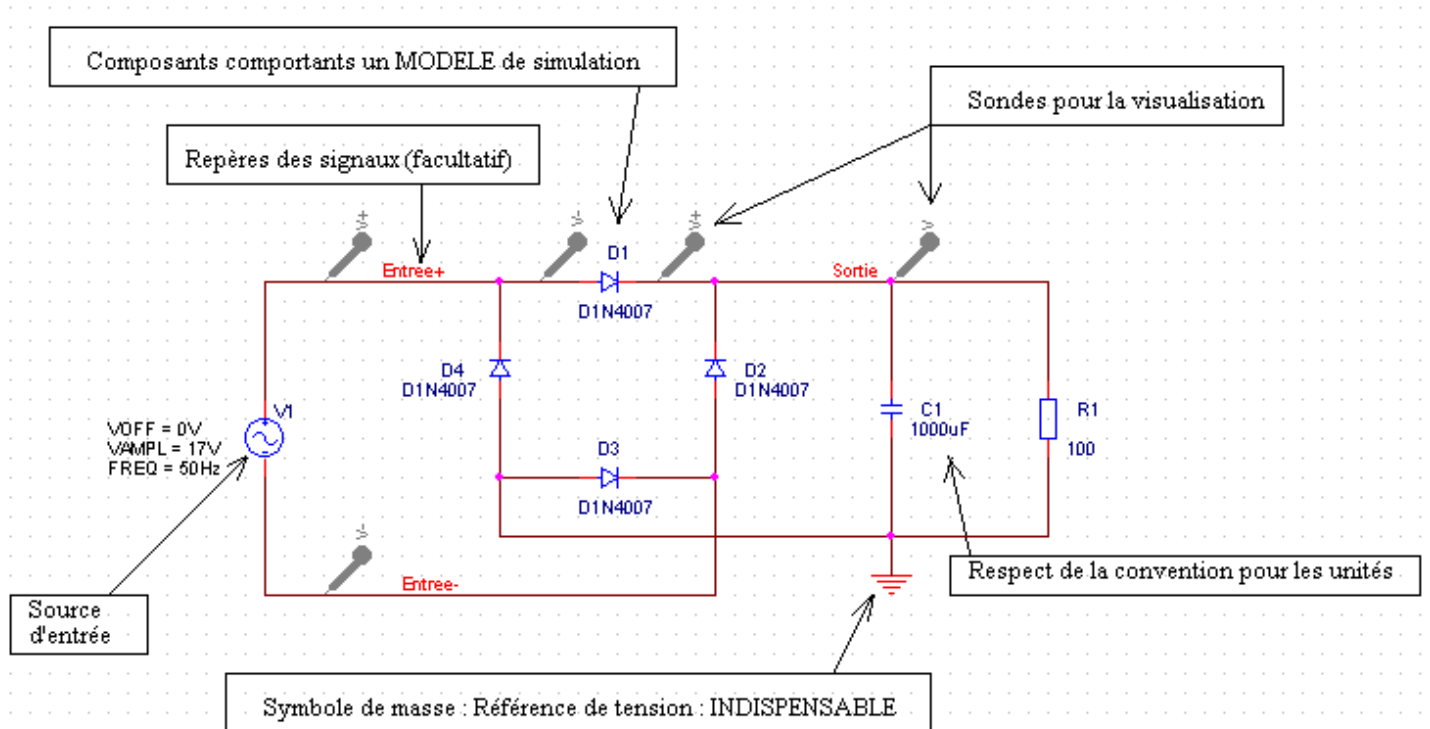
Il est formellement interdit de laisser un espace entre la valeur numérique et l'unité (ex : 4.7 mH interdit).

Les préfixes des unités doivent respecter la syntaxe suivante :

p	pico	10^{-12}	
n	nano	10^{-9}	
u	micro	10^{-6}	⚡ (symbole μ interdit)
m	milli	10^{-3}	⚡ (ne pas confondre avec meg)
k	kilo	10^3	
meg	méga	10^6	⚡ (ne pas utiliser M : milli !)
G	giga	10^9	

3) Particularités d'un schéma destiné à être simulé

Un schéma devant être simulé doit respecter les contraintes suivantes :

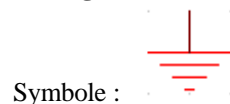


4) Définition des signaux d'entrée

4.1) Sources analogiques

Référence de tension :

Toute simulation nécessite obligatoirement une référence de tension : le symbole de masse dont le nom est 0

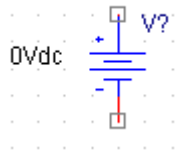


Ce symbole est placé sur le schéma par l'intermédiaire de l'icône (Place Ground) ou Place - Ground ou raccourci clavier « g ».

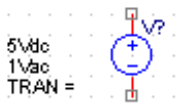
Les différentes sources analogiques, accessibles dans la librairie « SOURCE.OLB », présentent des propriétés spécifiques. Dans la partie suivante, chaque source de tension (il existe l'équivalent pour des sources de courant) est représentée ainsi que les différentes propriétés associées. Certaines de celles-ci sont visibles et modifiables directement sur le schéma. D'autres ne le sont que par l'intermédiaire de l'éditeur de propriétés.

V AC : tension sinusoïdale : **ne convient que pour les analyses fréquentielles**

Vac Amplitude de la composante sinusoïdale
Vdc Valeur moyenne

V DC : tension continue : utilisée pour les sources d'alimentation, quelque soit le type de simulation.

Vdc Tension continue

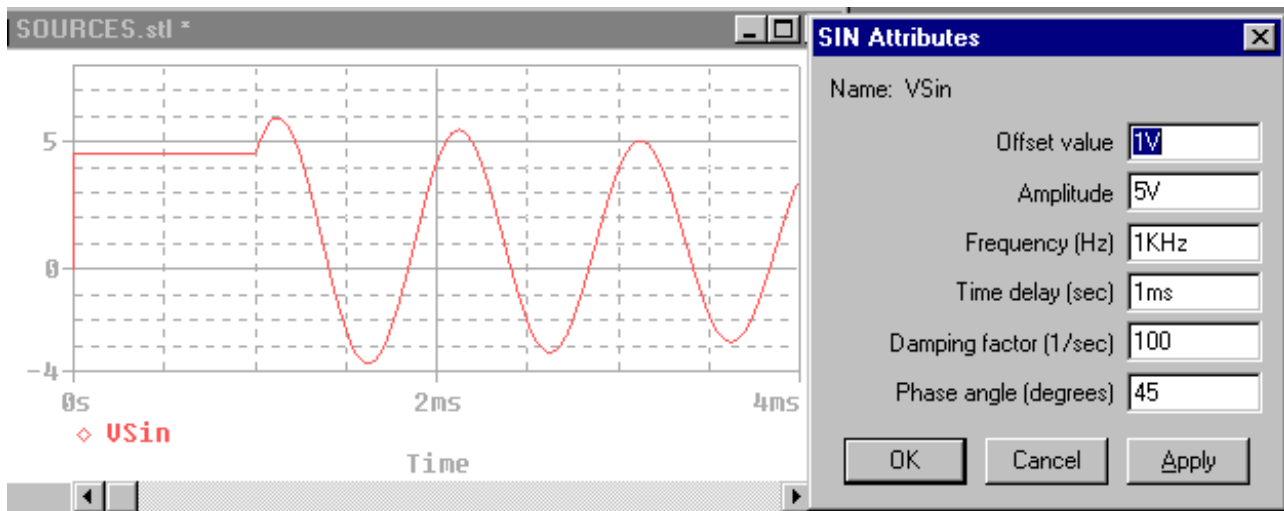
V SRC : source de tension générique : **convient pour les sources d'alimentation ainsi que les analyses continues et fréquentielles**

Vdc Tension continue
Vac Amplitude de la composante sinusoïdale


V SIN : tension sinusoïdale : cette source permet d'effectuer une simulation temporelle.

Elle convient néanmoins pour une simulation fréquentielle, **à condition de spécifier une valeur dans la propriété « AC »** (invisible par défaut)

	VOFF	Offset value	valeur moyenne	
	VAMPL	Amplitude	amplitude	
	FREQ	Frequency	fréquence	
	TD	Time delay	retard	0 par défaut
	DF	Damping factor	facteur d'amortissement	0 par défaut
	PHASE	Phase angle	déphasage	0 par défaut

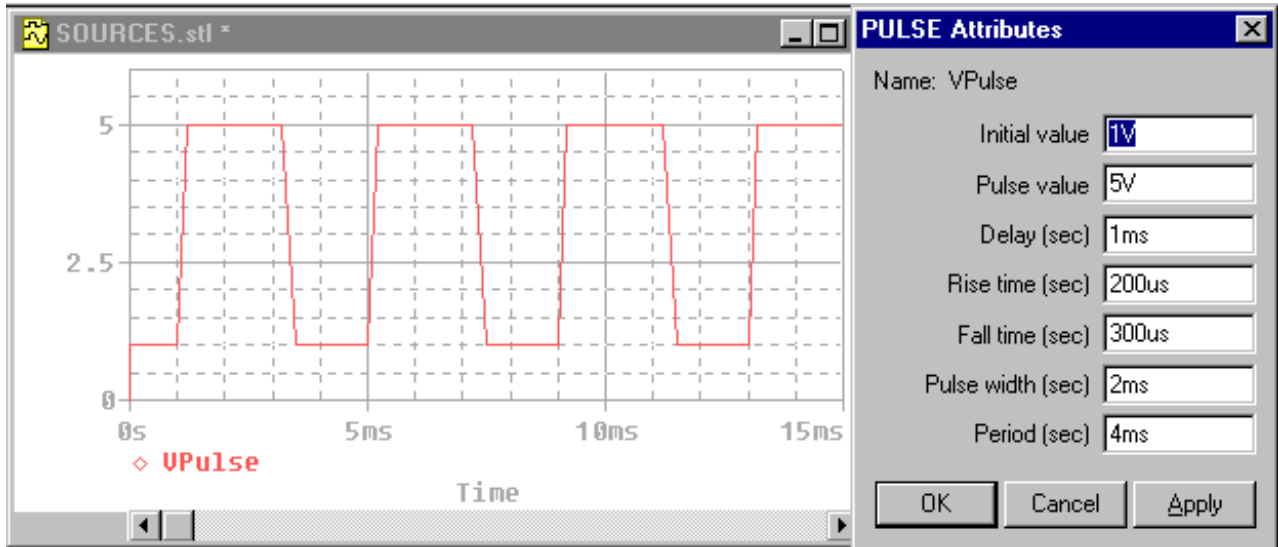


V PULSE : tension « rectangulaire »


V1 =		V1	Initial value	niveau bas
V2 =		V2	Pulse value	niveau haut
TD =		TD	Delay	retard
TR =		TR	Rise time	temps de montée
TF =		TF	Fall time	temps de descente
PW =		PW	Pulse width	durée au niveau haut
PER =		PER	Period	période

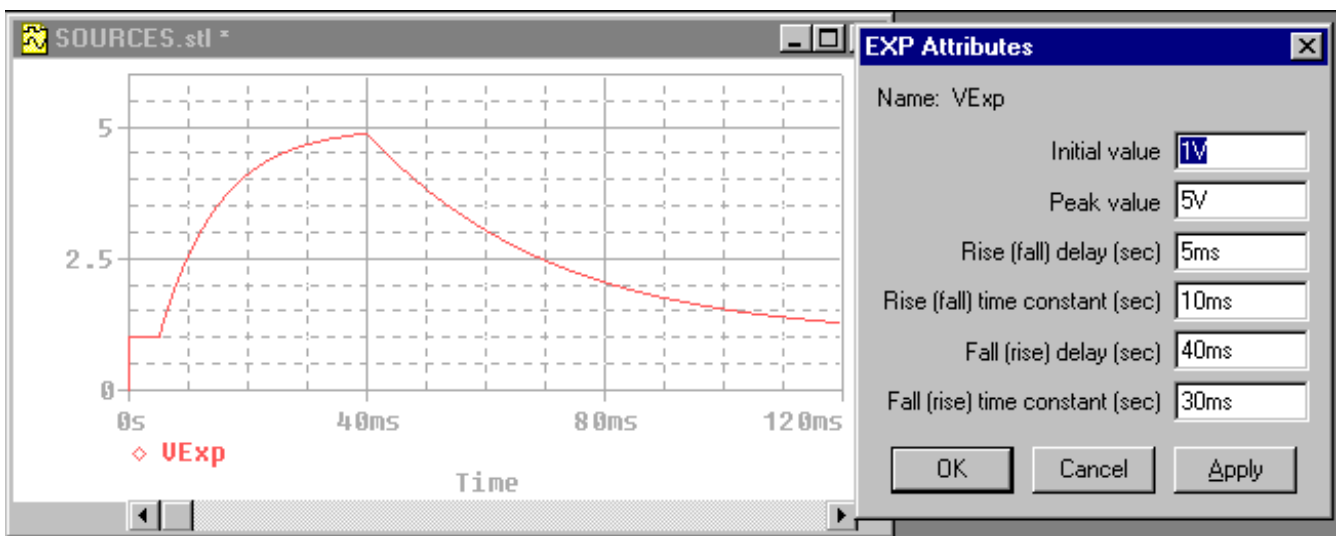
ne peut être égal à 0
ne peut être égal à 0

0 par




V EXP : tension « Exponentielle »

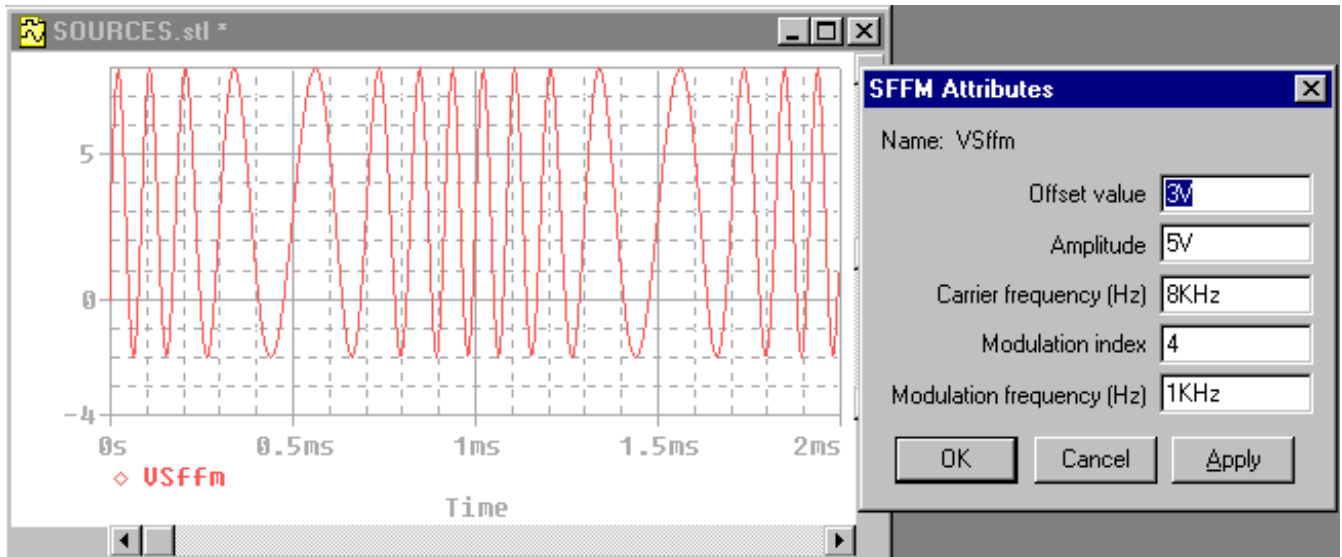
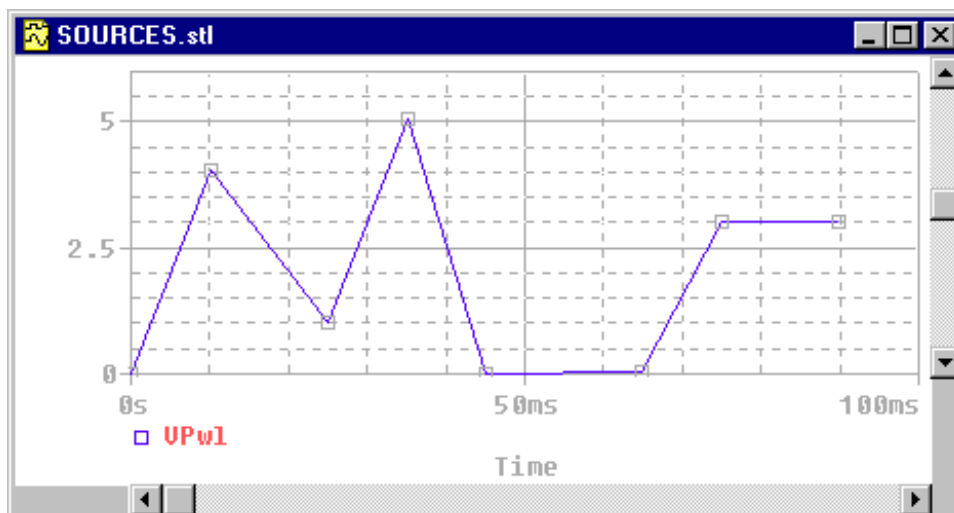
V1 =		V1	Initial value	valeur initiale	à t = 0
V2 =		V2	Peak value	valeur asymptotique	
TD1 =		TD1	Rise delay	retard	0 par défaut
TC1 =		TC1	Rise time constant	constante de temps de montée	
TD2 =		TD2	Fall delay	temps avant la descente	
TC2 =		TC2	Fall time constant	constante de temps de descente	



Remarque : si la valeur asymptotique est inférieure à la valeur initiale, les termes « descente » et « montée » (« fall » et « rise ») sont permutés.

V SFFM : tension modulée en fréquence

VOFF =		VOFF	Offset value	valeur moyenne	
VAMPL =		VAMPL	Amplitude	amplitude	
FC =		FC	Carrier frequency	fréquence de la porteuse	
MOD =		MOD	Modulation index	index de modulation	0 par défaut
FM =		FM	Modulation frequency	fréquence de modulation	

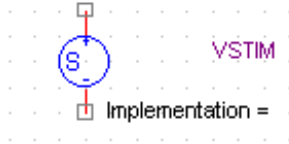
**V PWL** : tension définie par segments

La courbe est définie par des paires de valeurs : (temps, tension). **Il ne peut s'agir d'une tension périodique.**

4.2) Autres sources

Il est possible d'utiliser le symbole ci-dessous, accessible dans la librairie « SOURCESTM.OLB », puis de lui affecter un stimulus : définition d'un signal d'entrée. Ceci s'effectue grâce à l'éditeur de stimulus en sélectionnant ce symbole puis en choisissant l'option Edit - PSpice stimulus.

Cette source est utilisable en analogique (stimulus EXP / PULSE / PWL / SFFM / SIN) et en logique (stimulus CLOCK / SIGNAL). Voir § 4.4.



4.3) Sources logiques

Les signaux logiques sont représentés par l'un des symboles suivants (accessibles dans la librairie « SOURCESTM.OLB »):



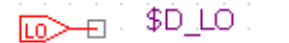
pour un signal logique de 1 bit



pour un signal logique de 32 bits

Il existe de plus les signaux logiques 2 / 4 / 8 et 16 bits

Les entrées de circuits **logiques** câblés à l'alimentation doivent l'être par l'intermédiaire des symboles spécifiques accessibles grâce aux icônes (Place Ground) ou (Place Power)



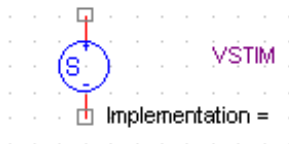
pour la masse



pour « Vcc » ou « Vdd »

4.4) Editeur de stimulus

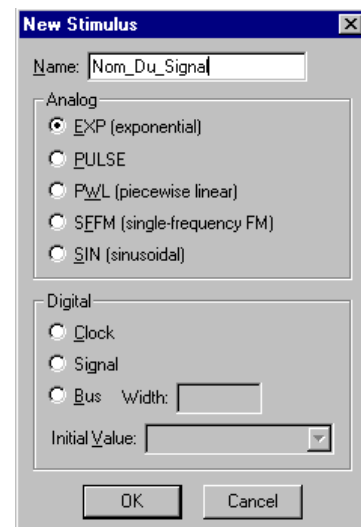
L'éditeur de stimulus permet de définir les caractéristiques d'un signal d'entrée représenté sur le schéma par l'un des symboles « DigStim » ou par le symbole spécifique VSTIM accessible dans la librairie « SOURCESTM.OLB » :



Sélectionner le symbole complet puis choisir l'option Edit - PSpice stimulus.

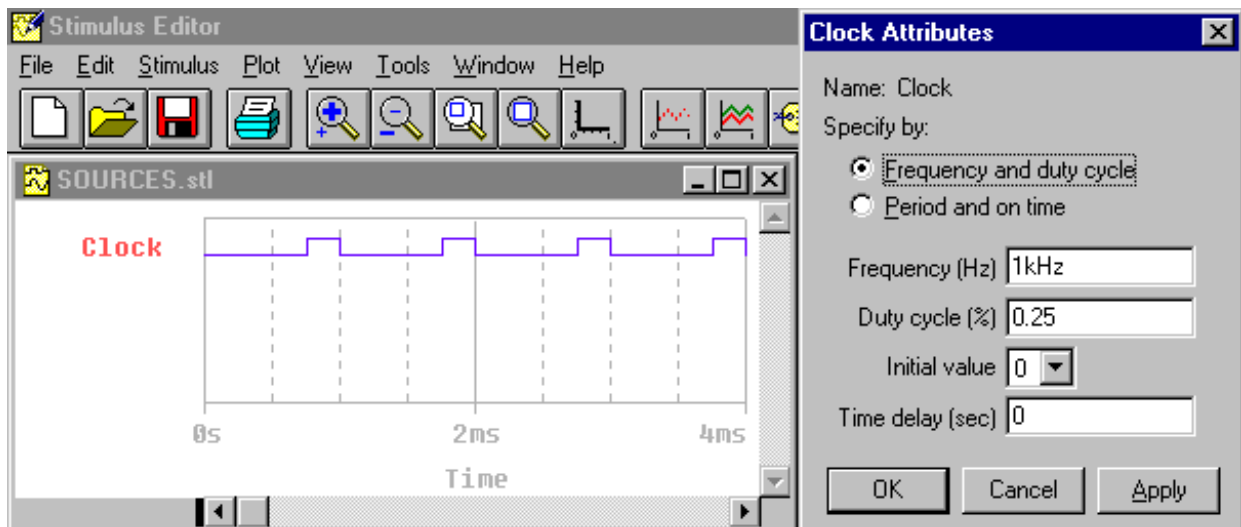
La fenêtre ci-contre doit être complétée avec :

- le nom donné au signal (il est préférable d'utiliser le même nom que le net alias figurant sur le schéma)
- la spécification du type de stimulus
 - analogique (EXP / PULSE / PWL / SFFM / SIN) : correspond aux signaux décrits au § 4.1)
 - digital (Clock / Signal / Bus)



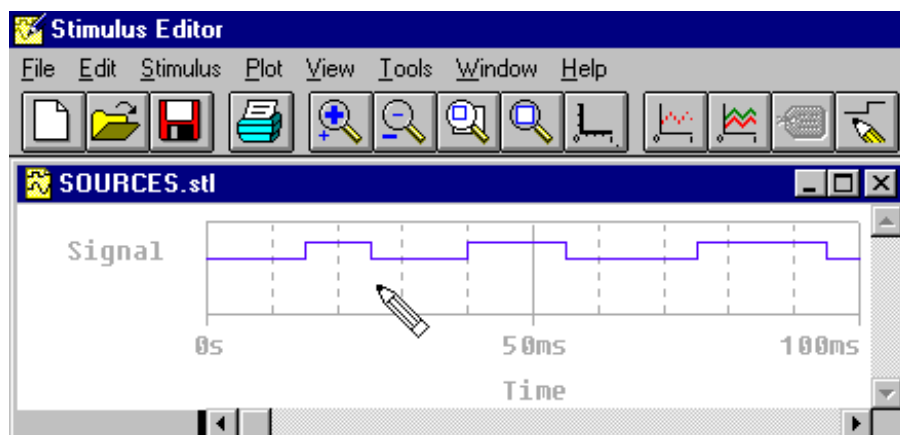
Les paramètres des signaux logiques sont :

- Stimulus « Clock » :





Frequency and duty cycle		Period and on time	
Frequency	Fréquence	Period	Période
Duty cycle	Rapport cyclique	On Time	Durée au niveau haut
Initial Value	Valeur initiale (à t = 0)	Initial Value	Valeur initiale (à t = 0)
Time delay	Retard	Time delay	Retard

- Stimulus « Signal » :



Un stimulus défini avec l'option « Signal » ne peut être périodique.

La définition de chaque changement d'état s'effectue en cliquant sur l'icône  Le curseur change alors de forme : il

est représenté par un crayon  Chaque clic introduit un changement d'état à l'endroit spécifié. **L'annulation de ce mode de fonctionnement s'effectue par un clic droit.**

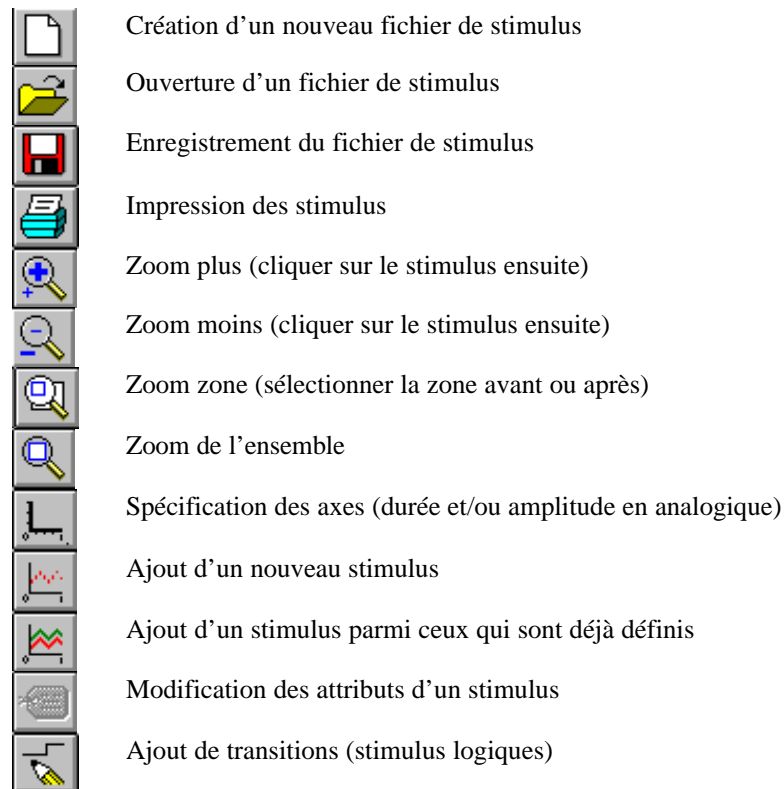
La suppression d'une transition s'effectue en sélectionnant la transition, puis en appuyant sur la touche « Suppr »

Le déplacement d'une transition s'effectue en la sélectionnant, puis en la déplaçant à la souris

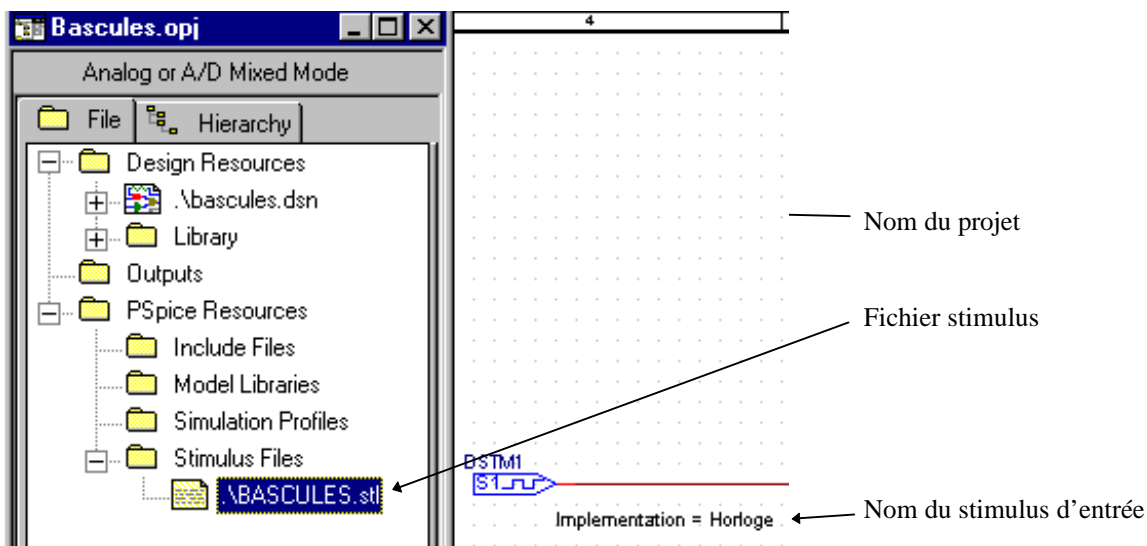
La modification de la date d'une transition (pour obtenir une valeur précise) s'effectue par un double-clic sur la transition à modifier, puis en spécifiant la date souhaitée.

- Stimulus « Bus » : après avoir mentionné le nombre de bits constituant le bus, les actions possibles sont les mêmes que pour un « Signal ».

Barre d'icônes de OrCad PSpice Stimulus Editor :



La fermeture de l'éditeur de stimulus entraîne la sauvegarde du fichier de stimulus « NomDuProjet.STL » et l'attribution du nom donné au stimulus à la propriété « Implementation » de la source utilisée (en répondant « Oui » aux demandes de sauvegarde).






5) Préparation d'une simulation

5.1) Spécification des signaux à visualiser

Il est nécessaire de définir dans OrCad Capture les différents signaux à visualiser en :

- donnant un nom de label (Net Alias) aux fils de liaison correspondants. Ceci est facultatif, mais permet d'avoir des noms de courbes plus explicites : V(Entree) au lieu de V(U2A :Y) par exemple.


Espaces et lettres accentuées totalement interdit.

- plaçant des « sondes » de mesure sur les fils de liaison grâce à l'option PSpice - Markers - ... ou en cliquant sur l'une des icônes  (sonde de tension)  (sonde de courant)  (sonde différentielle).

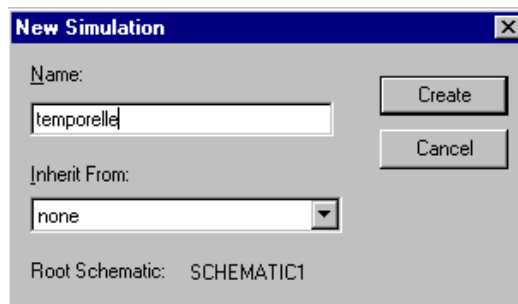
5.2) Création d'un profil de simulation

Un profil de simulation permet de définir les paramètres de la simulation :

- type d'analyse (temporelle, fréquentielle, continue ...)
- durée, plages de fréquences, limites de variation
- bibliothèques de modèles de simulation utilisées

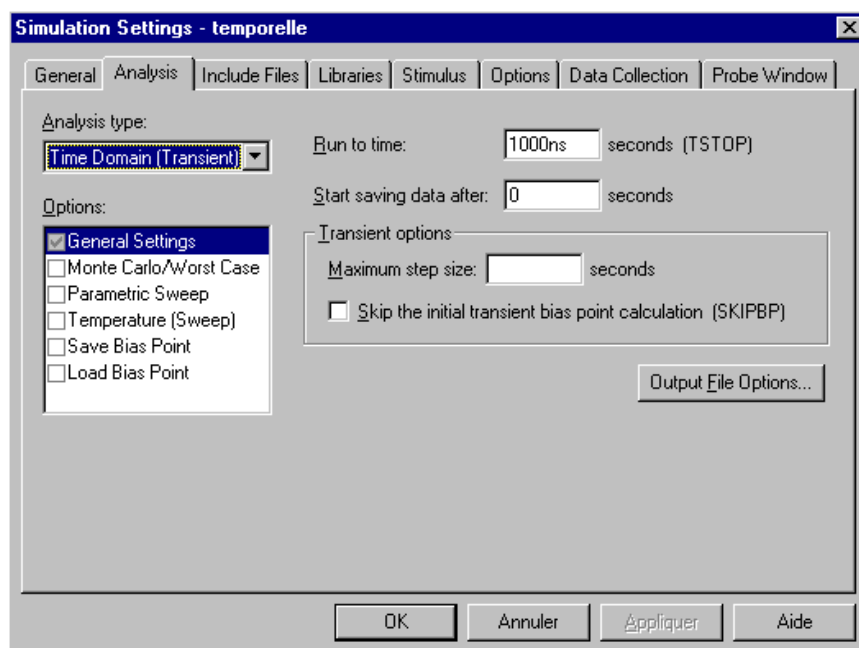
La création d'un nouveau profil de simulation s'effectue en choisissant l'option PSpice - New Simulation Profile ou en cliquant sur l'icône 

- La fenêtre suivante s'affiche :



- Spécifier (dans la zone « Name ») un nom pour la simulation souhaitée (exemple : temporelle ou fréquentielle ou continue).

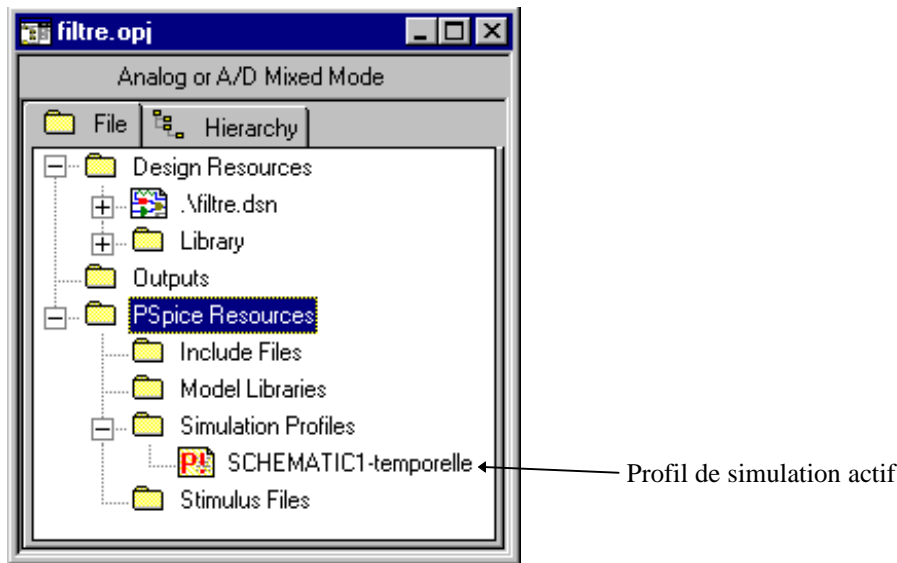
La fenêtre suivante s'affiche :



- Choisir l'option correspondante à l'analyse souhaitée dans la boîte « Analysis type » :
 - time domain (transient) : analyse temporelle
 - DC sweep : analyse continue
 - AC sweep / Noise : analyse fréquentielle
 - Bias point : calcul des points de polarisation



Voir le § 9 : « Exemples de simulations » pour les différentes options de chaque simulation.

- Valider par « OK »
Un fichier apparaît alors dans le Gestionnaire de projet, dans la section « PSpice Resources / Simulation Profiles » :




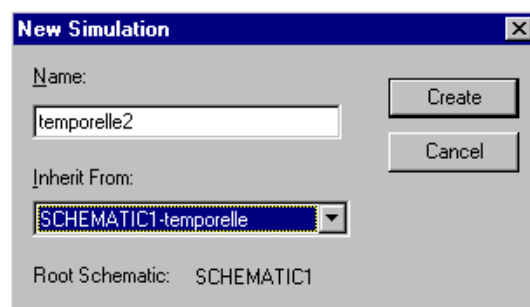
5.3) Modification d'un profil de simulation

La modification des paramètres de simulation peut s'effectuer :

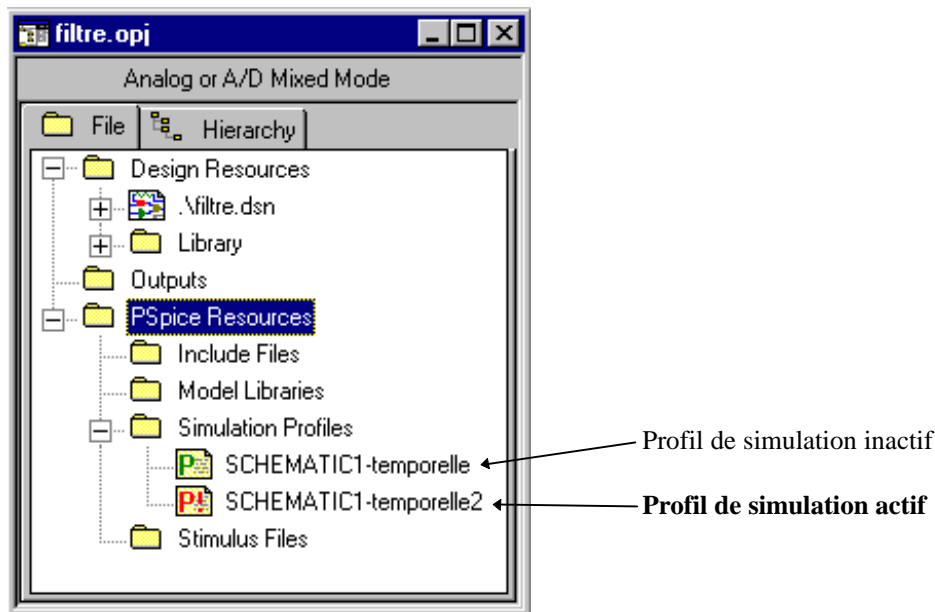
- soit dans OrCad Capture en choisissant l'option PSpice - Edit Simulation Settings ou en cliquant sur l'icône  ;
- soit dans OrCad PSpice en choisissant l'option Simulation - Edit Profile ou en cliquant sur l'icône 

5.4) Ajout d'un profil de simulation

Il est possible, pour un même schéma, de définir plusieurs simulations (plages de fréquences différentes pour une analyse fréquentielle par exemple). L'ajout d'un profil de simulation s'effectue dans OrCad Capture en cliquant sur l'icône  . Spécifier un nom pour la simulation souhaitée (exemple : temporelle ou frequentielle...). Sélectionner, éventuellement, un profil précédemment défini comme modèle dans la boîte « Inherit from » :



Un nouveau fichier apparaît alors dans le Gestionnaire de projet, dans la section « PSpice Resources / Simulation Profiles »



Le choix du profil de simulation à prendre en compte pour la prochaine simulation s'effectue en :

- cliquant du bouton droit de la souris sur le nom du profil de simulation souhaité
- choisissant dans le menu contextuel l'option « Make active »

L'icône associée au profil de simulation choisi présente alors un point d'exclamation (!) et devient rouge.



6) Lancement d'une simulation

6.1) Lancement du simulateur

Le lancement d'une simulation entraîne les actions suivantes :

- vérification de l'annotation des composants (numérotation des repères)
- génération du fichier Netlist
- calcul des différents courants et tensions du schéma en fonction de l'analyse demandée
- affichage des courbes des courants et tensions pour lesquels une « sonde » a été placée sur le schéma.

Il s'effectue en choisissant :

- dans OrCad Capture : l'option PSpice - Run ou en cliquant sur l'icône 
- dans OrCad PSpice : l'option Simulation - Run ou en cliquant sur l'icône 

6.2) Erreurs possibles

Le lancement de la simulation peut provoquer les erreurs suivantes :

- erreur d'annotation de composants : une fenêtre dans OrCad Capture mentionne cette erreur. Le détail est affiché dans le fichier « Session Log ». Afficher celui-ci en choisissant l'option Window - Session Log

The following 1 points have been identified as net connectivity change points from the last operation

(1.80, 0.70)

Creating PSpice Netlist

Writing PSpice Netlist D:\PROJETS\PROJETS ORCAD\ESSAIS\FILTRE-SCHEMATIC1.net

ERROR [NET0051] Duplicate reference found 'R1'.

Solution : lancer une annotation automatique ou modifier chacun des repères des composants comportant une erreur.

- oubli d'un symbole de masse servant de référence pour le calcul de toutes les tensions. Ce symbole est **indispensable** à toute simulation analogique. Le message d'erreur s'affiche dans OrCad PSpice :

ERROR -- Node N00022 is floating

Solution : placer le symbole de masse sur le schéma (nom du symbole : 0)

grâce à l'icône (Place Ground).



- le modèle de simulation d'un composant n'a pas été trouvé parmi les bibliothèques de modèles sélectionnées par défaut. Le message d'erreur s'affiche dans OrCad PSpice :

ERROR -- Subcircuit 7400A used by X_U1A is undefined

Solution : vérifier la liste des bibliothèques de modèles de simulation en choisissant l'onglet « Libraries » du profil de simulation.

- un composant utilisé sur le schéma ne comporte pas les paramètres nécessaires pour une simulation (exemples : Bornier, Connecteur ou composant choisi dans une bibliothèque de symboles incorrecte). Un point vert signale cette erreur sur le schéma. Ceci se produit pour un schéma destiné à la simulation et au routage.

7) Exploitation d'une simulation

7.1) Affichage des points calculés

Lors d'une simulation temporelle, le pas de calcul (step size) est adapté automatiquement en fonction de la variation des grandeurs calculées : une variation forte entraîne une diminution du pas de calcul.



Pour une simulation fréquentielle ou continue, le nombre de points de calcul est spécifié dans le profil de simulation.

Dans certains cas, le résultat obtenu manque de précision. Afficher alors les différents points de calculs en cliquant sur

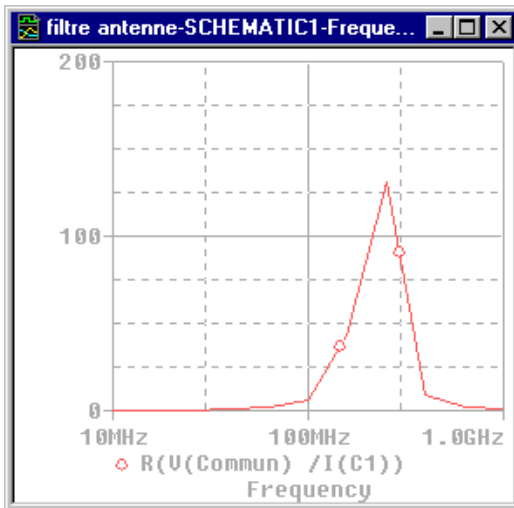
l'icône



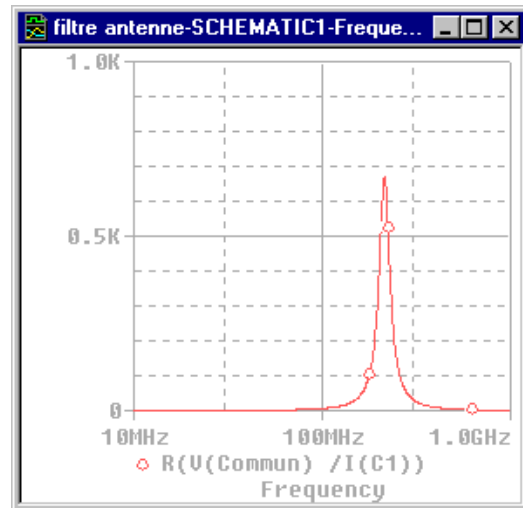
Si on constate des points de calculs trop espacés, diminuer le pas de calcul maximum (maximum step size) ou augmenter le

nombre de points de calcul, en modifiant le profil de simulation (icône ) puis relancer une simulation (icône ) .

Attention : un pas de calcul trop faible entraîne une durée de simulation excessive.






Simulation effectuée avec 5 points / décade




Simulation effectuée avec 500 points / décade

7.2) Ajout de courbes sans revenir dans Capture

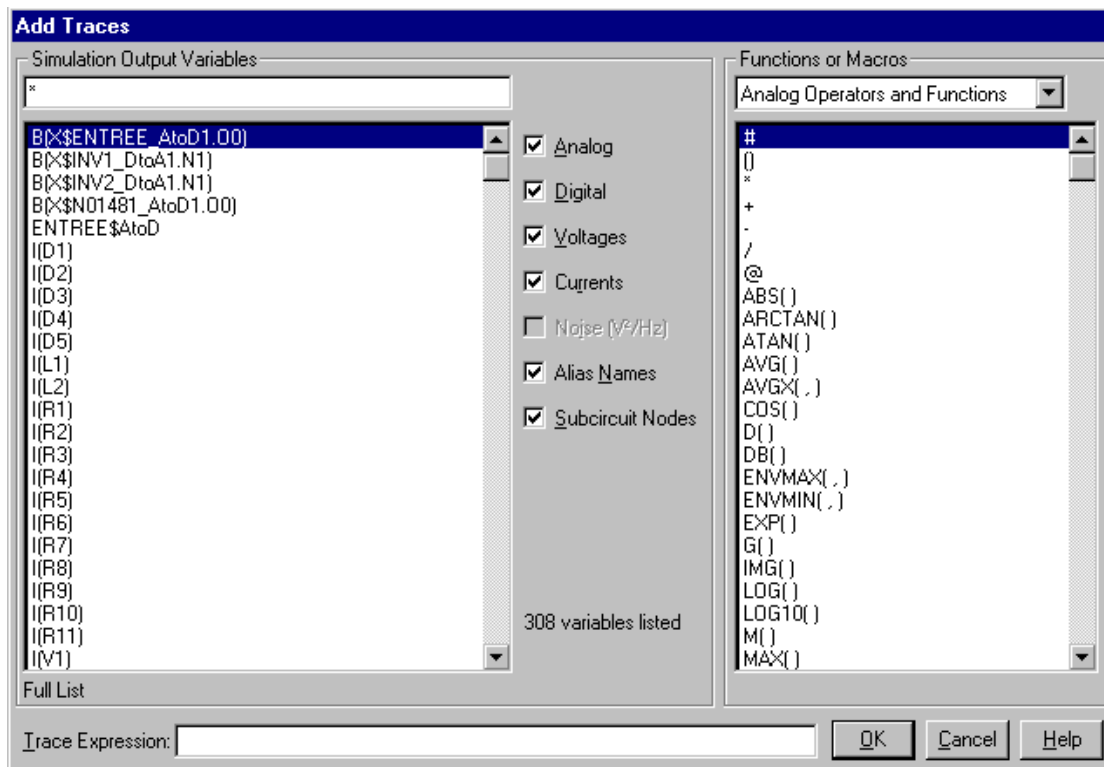
Le lancement d'une simulation provoque le calcul de toutes les tensions et tous les courants du schéma. L'ajout d'une courbe dans OrCad PSpice nécessite seulement l'ajout d'une sonde (icônes   ) dans OrCad Capture sur le schéma. Il n'est pas utile de relancer une simulation complète : la courbe apparaît aussitôt dans OrCad PSpice

7.3) Ajout de courbes

La visualisation de courbes dans OrCad PSpice peut correspondre à des opérations mathématiques entre plusieurs courbes, comme par exemple : $20\text{LOG}_{10}(V(S) / V(E))$.

Ceci s'effectue en choisissant l'option Trace - Add Trace ou en cliquant sur l'icône 

La fenêtre suivante permet de définir les différentes courbes à ajouter ou les opérations à effectuer :



Remarque : il est possible de limiter le nombre de courbes listées en décochant les options non souhaitées :

Analog	grandeurs analogiques	Currents	Courants
Digital	grandeurs logiques	Alias Names	Noms de Label
Voltages	Tensions	Subcircuit Nodes	sous-circuits internes

La case « Trace expression » sert à indiquer le nom des grandeurs à visualiser, ainsi que les fonctions mathématiques à réaliser. Il suffit de cliquer sur un élément de la zone « Variables » ou de la zone « Fonctions ».

7.4) Fonctions définies dans PSpice

Les fonctions suivantes sont définies dans OrCad PSpice

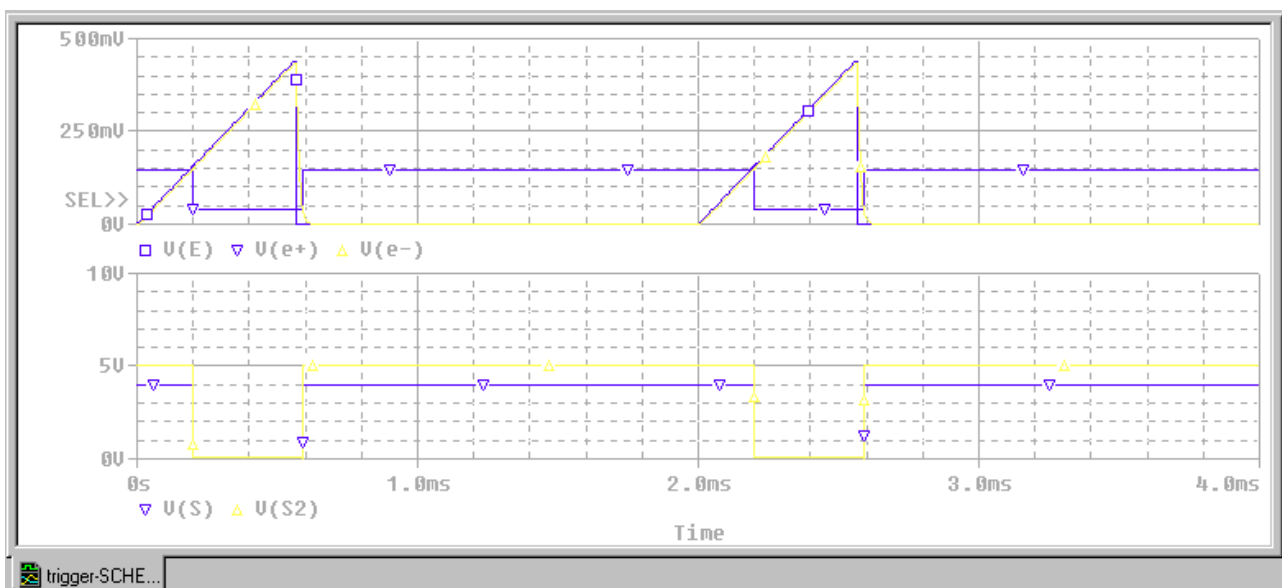
ABS(x)	valeur absolue de x	M(x)	Magnitude de x
ARCTAN(x)	Arc tangente de x (en radians)	MAX(x)	Maximum de x
ATAN(x)	Arc tangente de x (en radians)	MIN(x)	Minimum de x
AVG(x)	Valeur moyenne de x sur l'intervalle des abscisses	P(x)	Phase de x (en degrés)
AVGX(x,d)	Valeur moyenne de x sur l'intervalle des abscisses commençant à d	PWR(x,y)	Puissance (x ^y)
COS(x)	Cosinus de x (en radians)	R(x)	Partie réelle de x
D(x)	Dérivée de x par rapport à la variable d'abscisse	RMS(x)	Valeur efficace de x
DB(x)	Gain en décibel de x	S(x)	Intégrale de x sur la variable d'abscisse
EXP(x)	Exponentielle de x	SGN(x)	Signe (x>0 : 1 / x=0 : 0 / x<0 : -1)
G(x)	Délai de groupe de x	SIN(x)	Sinus de x (en radians)
IMG(x)	Partie imaginaire de x	SQRT(x)	Racine carrée de x
LOG(x)	Logarithme népérien de x	TAN(x)	Tangente de x (en radians)
LOG10(x)	Logarithme décimal de x		

7.5) Ajout d'une fenêtre de visualisation de courbes

Dans le cas où plusieurs courbes doivent être visualisées avec des échelles différentes, il est nécessaire d'ajouter une ou plusieurs fenêtres de visualisation. Celles-ci peuvent être soit sur le même écran, soit sur des écrans distincts.

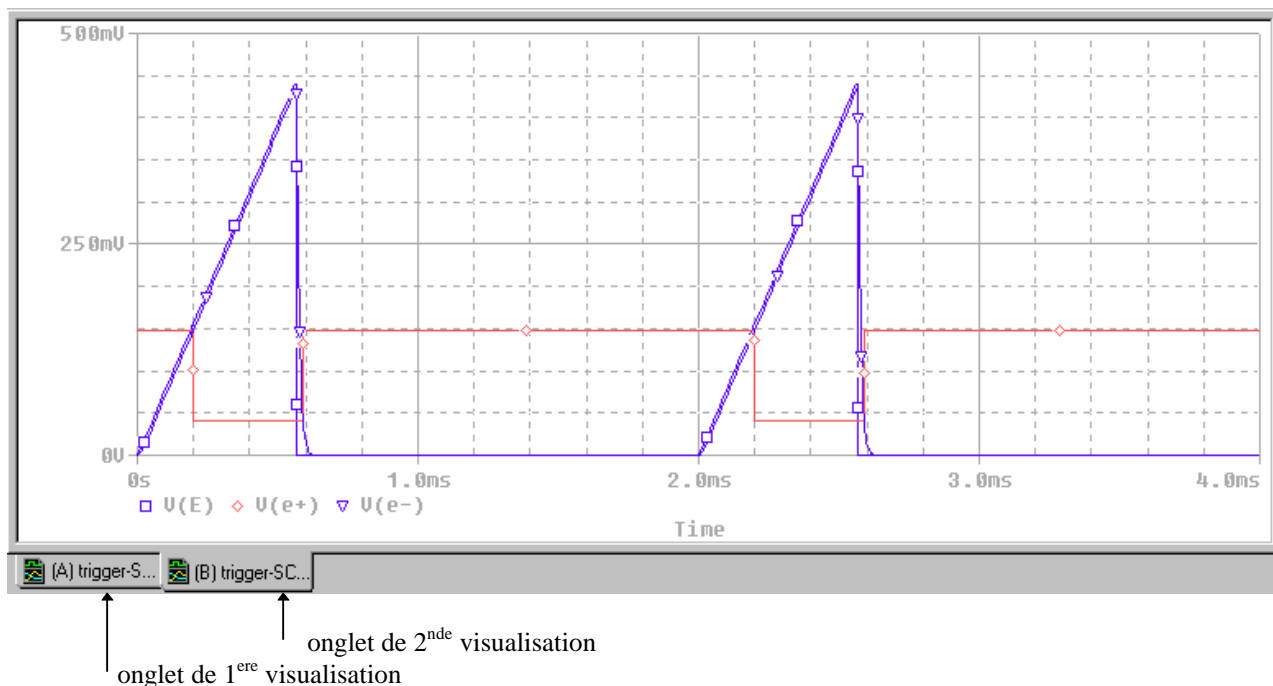
Ajout de fenêtres de visualisation sur le même écran :

choisir l'option Plot - Add Plot to Window : une fenêtre supplémentaire apparaît sur le même écran (il est possible d'en avoir 3 simultanément).



Ajout de fenêtres de visualisation sur un nouvel écran :

choisir l'option Window - New Window : un nouvel écran de simulation apparaît. Voir le § 7.3 pour mentionner les nouvelles courbes à visualiser. Il est ensuite possible de basculer d'un écran à un autre en cliquant sur l'onglet correspondant.





7.6) Sauvegarde des paramètres de visualisation

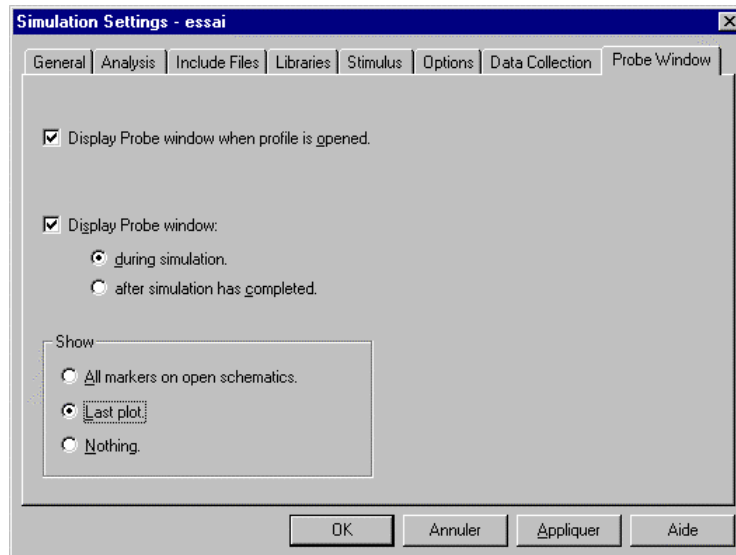
Dans certains cas, la visualisation des courbes nécessite diverses opérations pouvant être fastidieuses :

- ajout de fenêtres de visualisation sur le même écran
- spécification d'échelles particulières
- ajout de courbes résultant de calculs...

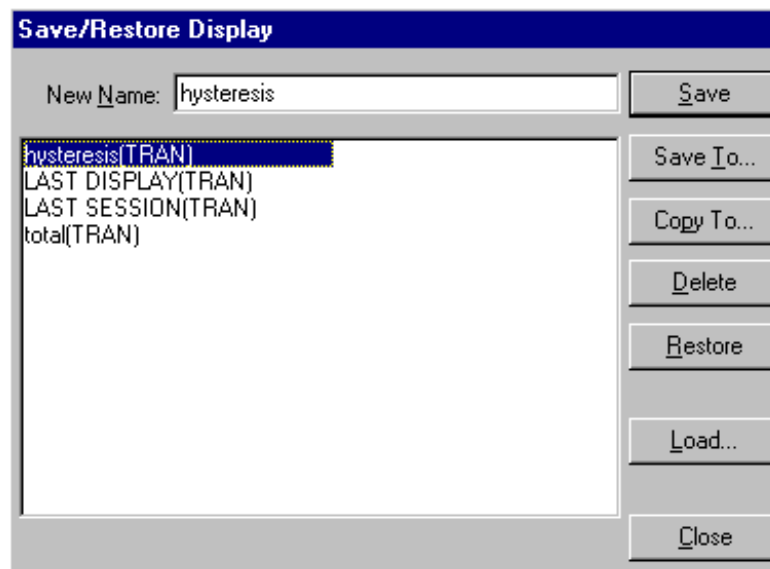
Pour éviter d'avoir à redéfinir les paramètres de visualisation après chaque nouvelle simulation, il est possible de:

- conserver les conditions de visualisation de la simulation précédente :

cocher la case « Show - Last plot » dans l'onglet « Probe Window » du profil de simulation (activé en cliquant sur l'icône  de OrCad Capture ou l'icône  de OrCad PSpice).




- sauvegarder les conditions de visualisation en choisissant l'option Window - Display Control dans OrCad PSpice. Donner un nom aux paramètres de visualisation puis cliquer sur « Save » et enfin sur « Close ».



La restitution des paramètres de visualisation s'effectue en choisissant l'option Window - Display Control puis en double cliquant sur le nom donné auparavant aux paramètres de visualisation.

7.7) Utilisation des marqueurs

La mesure de grandeurs à partir des courbes visualisées s'effectue en cliquant sur l'icône .

Le choix des curseurs s'effectue en sélectionnant le symbole associé à la courbe considérée (et non le nom du signal). Un clic du bouton gauche sélectionne le premier marqueur (A1). Un clic du bouton droit sélectionne le second marqueur (A2). Le déplacement des curseurs s'effectue en maintenant le bouton de la souris appuyé et en la déplaçant (bouton gauche : 1^{er} curseur ; bouton droit : 2nd curseur).

Les icônes suivantes permettent de positionner automatiquement le curseur :



- Curseur au maximum suivant
- Curseur au minimum suivant
- Curseur sur la prochaine pente
- Curseur au minimum de la courbe
- Curseur au maximum de la courbe
- Curseur au point calculé suivant


7.8) Ajout de commentaires

Les courbes visualisées peuvent être commentées grâce à l'option du menu Plot - Label
Celle-ci permet de placer :

du texte	Text	un rectangle	Box
un segment de droite	Line	un cercle	Circle
plusieurs segments de droite	Polyline	une ellipse	Ellipse
une flèche	Arrow		

8) Impression / Exportation des résultats de simulation

Pour imprimer les courbes visualisées à l'écran de simulation :

- sélectionner l'option File - Print Preview pour prévisualiser l'impression
- si le résultat de la prévisualisation n'est pas celui escompté, modifier la configuration d'impression en choisissant l'option File - Page Setup
- sélectionner ensuite l'option File - Print ou cliquer sur l'icône  lorsque le résultat de la prévisualisation est correct.

Il est possible d'exporter les résultats graphiques de la simulation (en vue de l'insérer dans un traitement de texte par exemple) en choisissant l'option Window - Copy to clipboard puis en cochant la case « Make window and plot backgrounds transparent ».

9) Exemples de simulation

9.1) Analyse temporelle

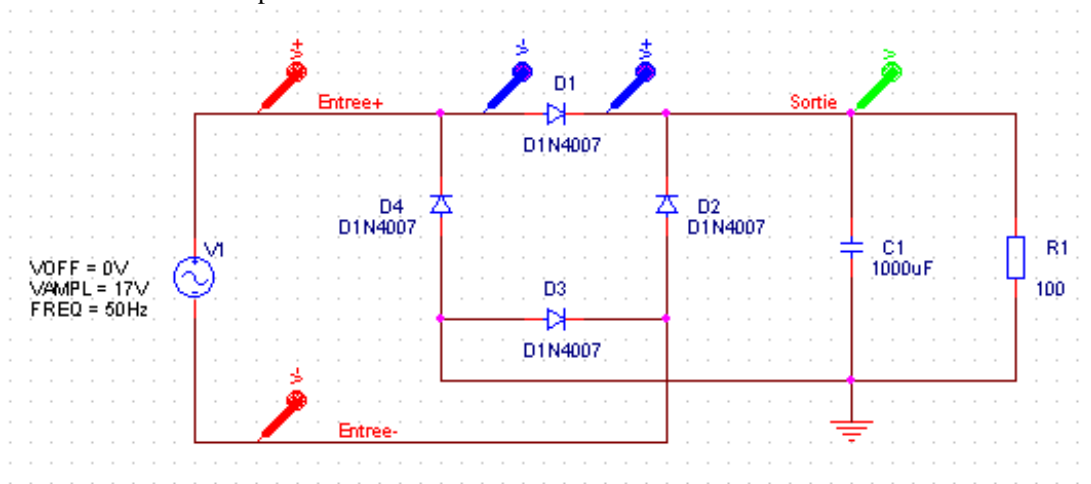
Une analyse temporelle (Transient ou TRAN) correspond à une simulation en fonction du temps.

Les différentes sources utilisables pour effectuer une telle simulation sont :

VDC (alimentation continue) VSIN (tension sinusoïdale) VPULSE (tension « rectangulaire »)
 VEXP (tension « exponentielle ») VSFFM (tension modulée en fréquence) VPWL (tension définie par segments)
 VSTIM (source définie par un stimulus)
 ainsi que toutes les sources de courant correspondantes.

Exemple : redressement bialternance

Schéma réalisé sous OrCad Capture :



Fichier circuit :

```

** circuit file for profile: temporelle
** WARNING: THIS AUTOMATICALLY GENERATED FILE MAY BE
OVERWRITTEN BY SUBSEQUENT PROFILES
*Libraries:
* Local Libraries :
* From [PSPICE NETLIST] section of pspice91.ini file:
.lib "nom.lib"
*Analysis directives:
.TRAN 0 60ms 1ms
.PROBE
.INC "redressement-SCHEMATIC1.net"
.INC "redressement-SCHEMATIC1.als"
.END

* source REDRESSEMENT
D_D1      ENTREE+  SORTIE  D1N4007
D_D2      ENTREE-  SORTIE  D1N4007
D_D3      0  ENTREE-  D1N4007
D_D4      0  ENTREE+  D1N4007
C_C1      0  SORTIE  1000uF
R_R1      0  SORTIE  100
V_V1      ENTREE+  ENTREE-
+SIN 0V 17V 50Hz 0 0 0

```

Paramètres de simulation :

Simulation Settings - temporelle

General Analysis Include Files Libraries Stimulus Options Data Collection Probe Window

Analysis type:
Time Domain (Transient)

Run to time: 60ms seconds (TSTOP)

Start saving data after: 0 seconds

Options:

- General Settings
- Monte Carlo/Worst Case
- Parametric Sweep
- Temperature (Sweep)
- Save Bias Point
- Load Bias Point

Transient options

Maximum step size: 1ms seconds

Skip the initial transient bias point calculation (SKIPBP)

Output File Options...

OK Annuler Appliquer Aide

Sélectionner l'option « Time Domain (Transient) »

Indiquer la durée de la simulation

Mentionner (éventuellement) la durée de retard pendant laquelle les calculs ne sont pas conservés

Mentionner (éventuellement) la valeur maximale du pas de calcul (attention à la durée de calcul)

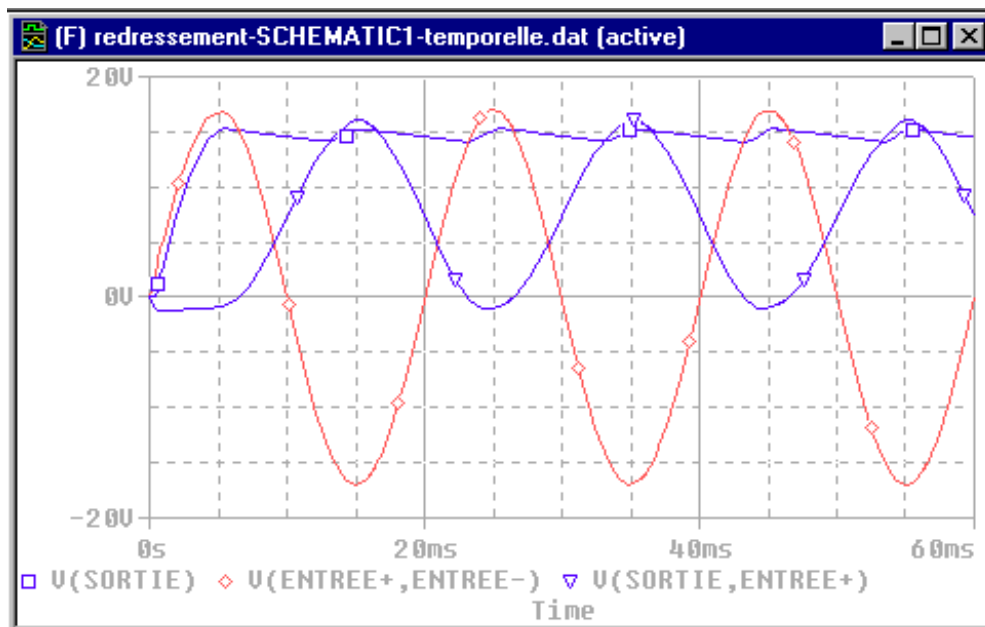
Permet d'ignorer la recherche du point de repos (utile pour les oscillateurs)

Valider

Résultats de simulation :

Les signaux repérés par une sonde sur le schéma sont représentés en fonction du temps sur la durée spécifiée :

$$V(\text{Sortie}) = f(t) \quad V(\text{Entree+} - \text{Entree-}) = f(t) \quad V(\text{Sortie} - \text{Entree+}) = f(t)$$



9.2) Analyse fréquentielle

Une analyse fréquentielle (AC Sweep/Noise ou AC) permet d'effectuer une simulation en fonction de la fréquence.

Les différentes sources utilisables pour effectuer une telle simulation sont :

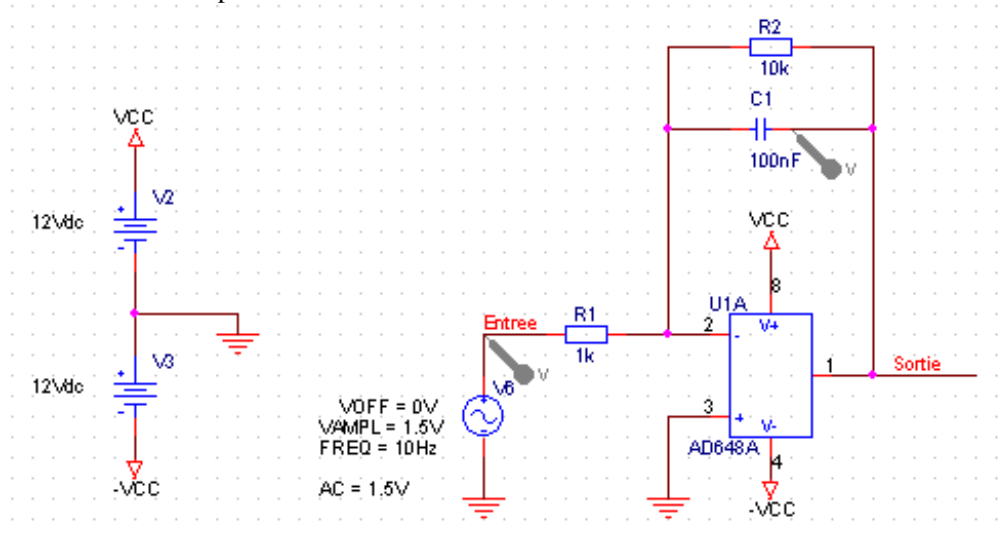
VDC (alimentation continue des circuits) VAC (tension sinusoïdale)

VSIN (tension sinusoïdale) **à condition de lui affecter la propriété AC**

ainsi que toutes les sources de courant correspondantes.

Exemple : Filtre passe bas actif

Schéma réalisé sous OrCad Capture :



Fichier circuit :

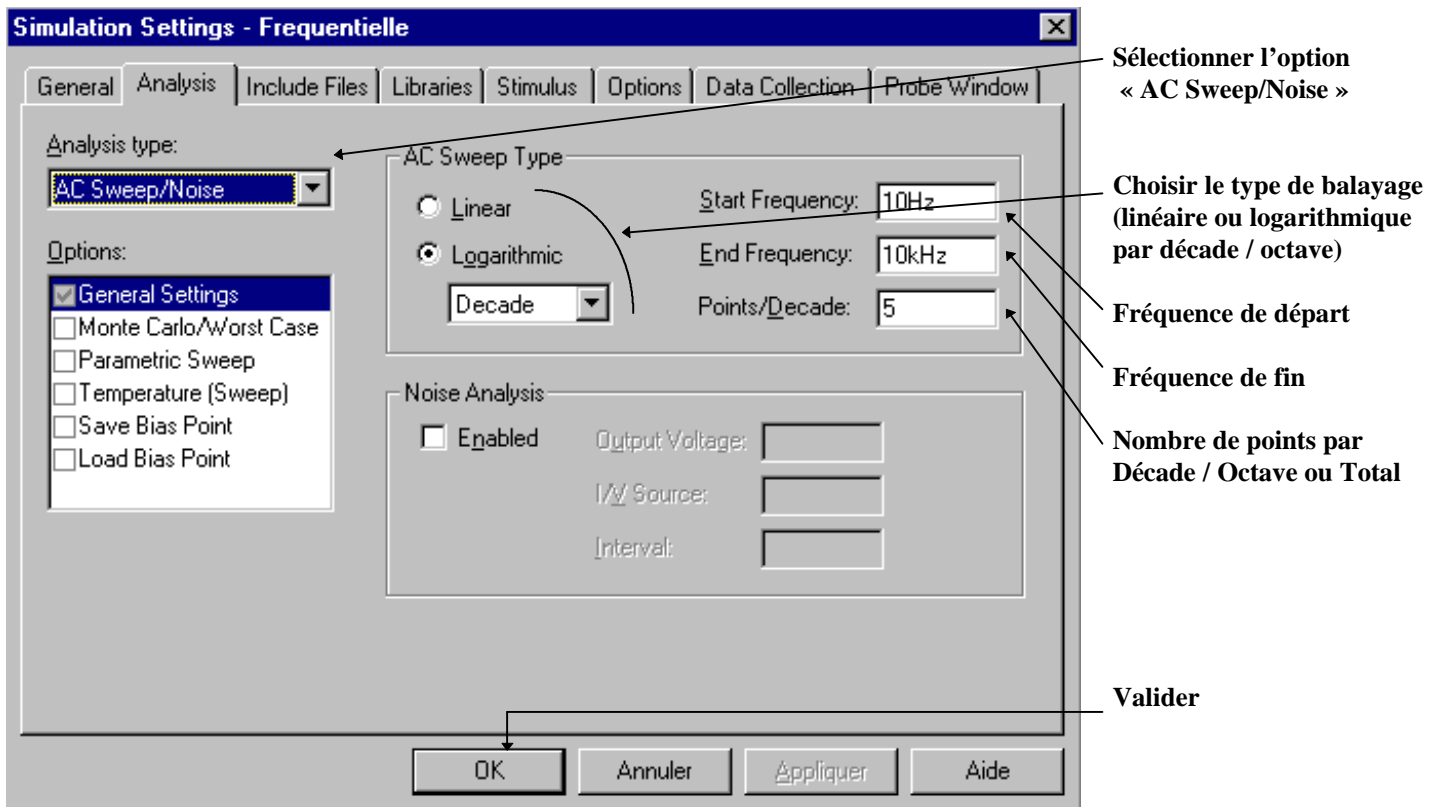
```

** circuit file for profile: Frequentielle
** WARNING: THIS AUTOMATICALLY GENERATED FILE MAY BE
OVERWRITTEN BY SUBSEQUENT PROFILES
*Libraries:
* Local Libraries :
* From [PSPICE NETLIST] section of pspice91.ini file:
.lib "nom.lib"
*Analysis directives:
.AC DEC 5 10Hz 10kHz
.PROBE
.INC "filtre passe bas actif-SCHEMATIC1.net"
.INC "filtre passe bas actif-SCHEMATIC1.als"
.END

* source FILTRE PASSE BAS ACTIF
X_U1A      0 N00013 VCC -VCC
SORTIE AD648A
R_R1      ENTREE N00013 1k
R_R2      N00013 SORTIE 10k
C_C1      N00013 SORTIE 100nF
V_V6      ENTREE 0 AC 1.5V
+SIN 0V 1.5V 10Hz 0 0 0
V_V2      VCC 0 12Vdc
V_V3      0 -VCC 12Vdc

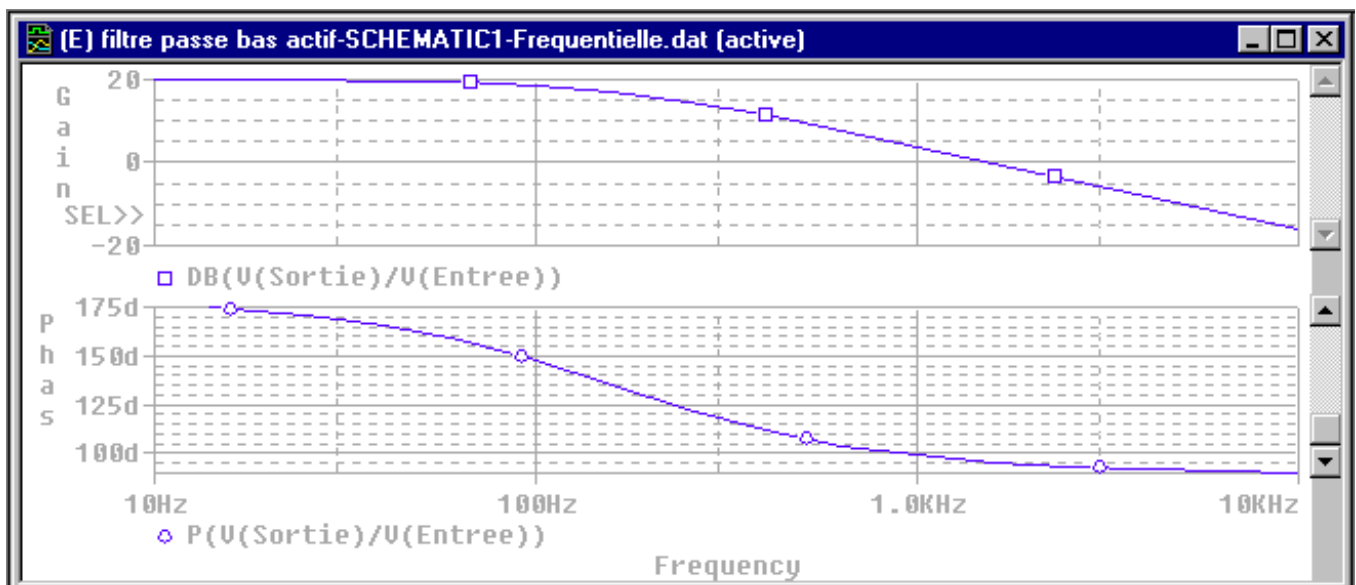
```


Paramètres de simulation :



Résultats de simulation :

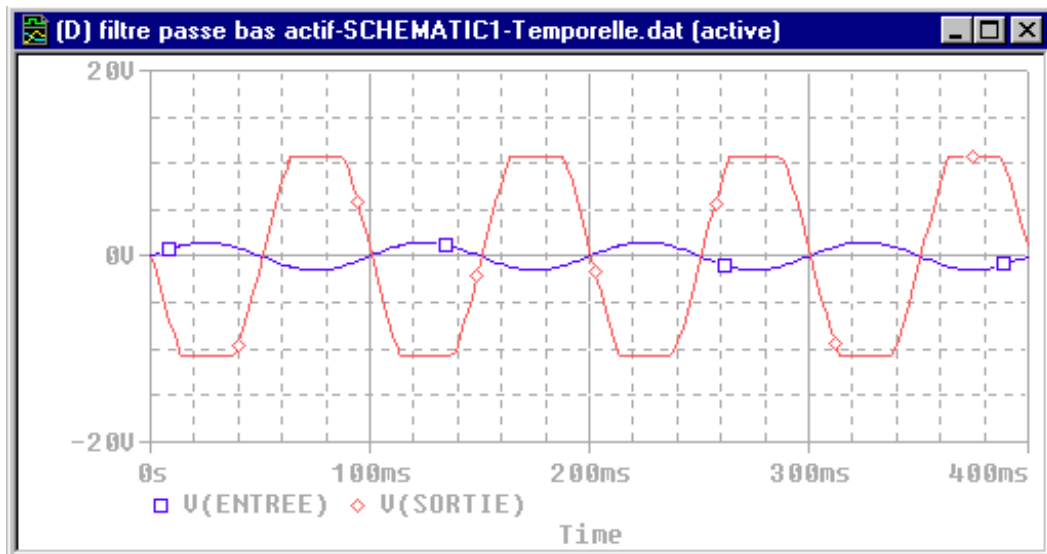
Les signaux repérés par une sonde sur le schéma sont représentés en fonction de la fréquence sur la plage spécifiée. Ici : Gain du montage : DB ($V(\text{sortie})/V(\text{entree})$) et Déphasage : P ($V(\text{sortie})/V(\text{entree})$)



Attention : une simulation fréquentielle ne repose que sur les modèles petits signaux des composants utilisés. Il est souhaitable d'effectuer une analyse temporelle pour vérifier le bon comportement du circuit simulé.

L'exemple précédent provoque une saturation de l'amplificateur avec une tension d'entrée d'amplitude 1.5V.

L'analyse temporelle, utilisant une source VSIN avec les propriétés VOFF = 0V, VAMPL = 1.5V et FREQ = 10Hz, est représentée page suivante.



9.3) Analyse continue

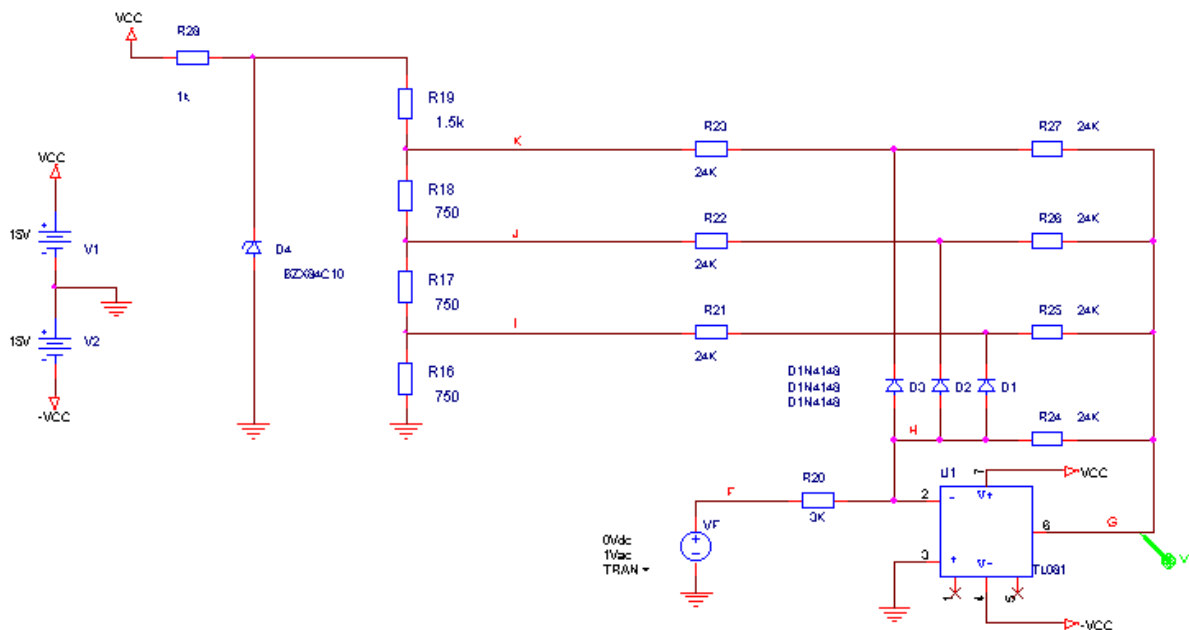
Une analyse continue (DC Sweep ou DC) permet d'effectuer une simulation en fonction d'une grandeur pouvant être :

- une tension
- un courant
- un paramètre global
- un paramètre de modèle de simulation
- la température.

Toutes les sources sont utilisables pour effectuer une telle simulation, cependant, les sources VDC (tension continue) et IDC (courant continu) sont les plus adaptées.

Exemple : Conformateur à diodes

Schéma réalisé sous OrCad Capture :

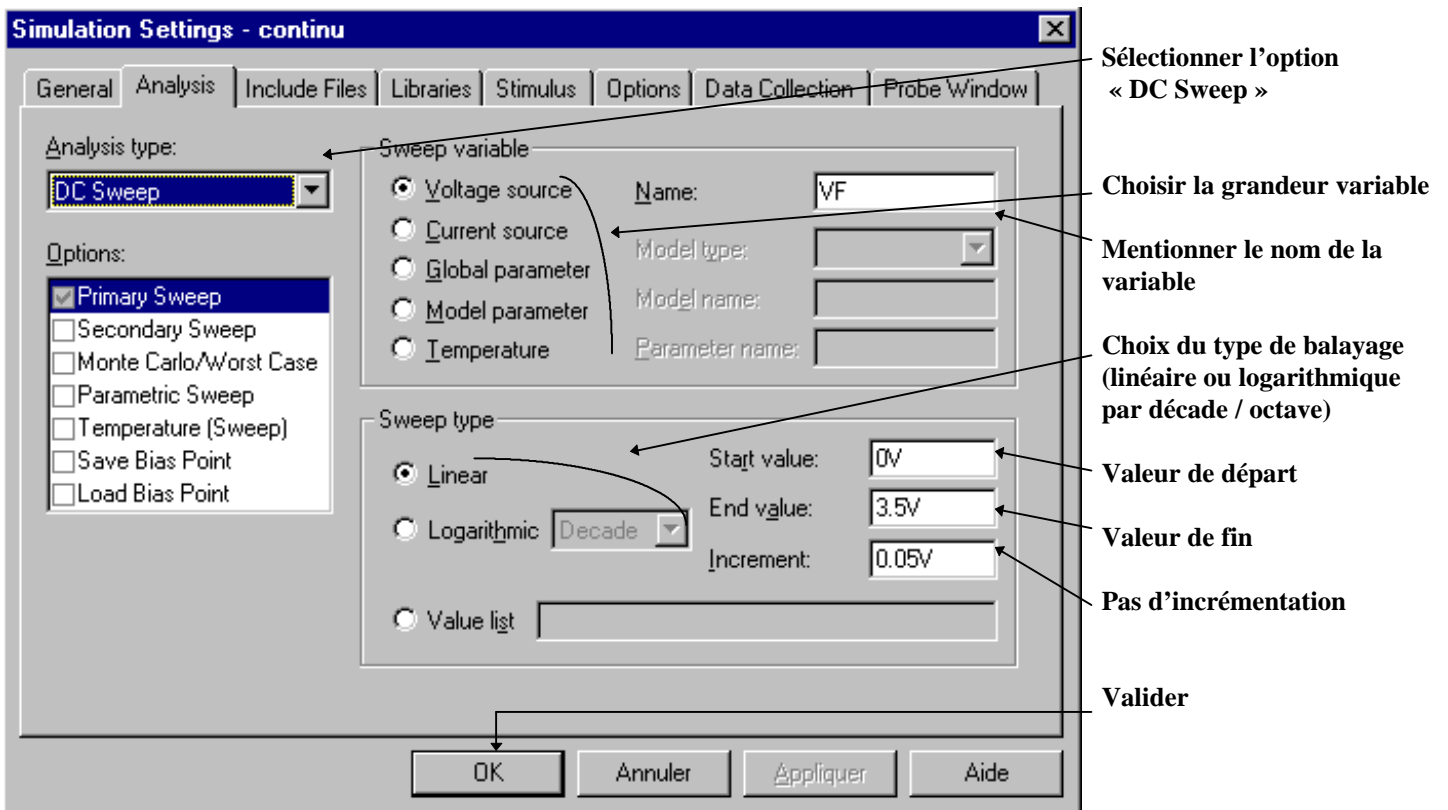


Fichier circuit :

```
** circuit file for profile: continu
** WARNING: THIS AUTOMATICALLY GENERATED FILE MAY BE
OVERWRITTEN BY SUBSEQUENT PROFILES
*Libraries:
* Local Libraries :
* From [PSPICE NETLIST] section of pspice91.ini file:
.lib "nom.lib"
*Analysis directives:
.DC LIN V_VF 0V 3.5V 0.05V
.PROBE
.INC "conformateur-SCHEMATIC1.net"
.INC "conformateur-SCHEMATIC1.als"
.END
```

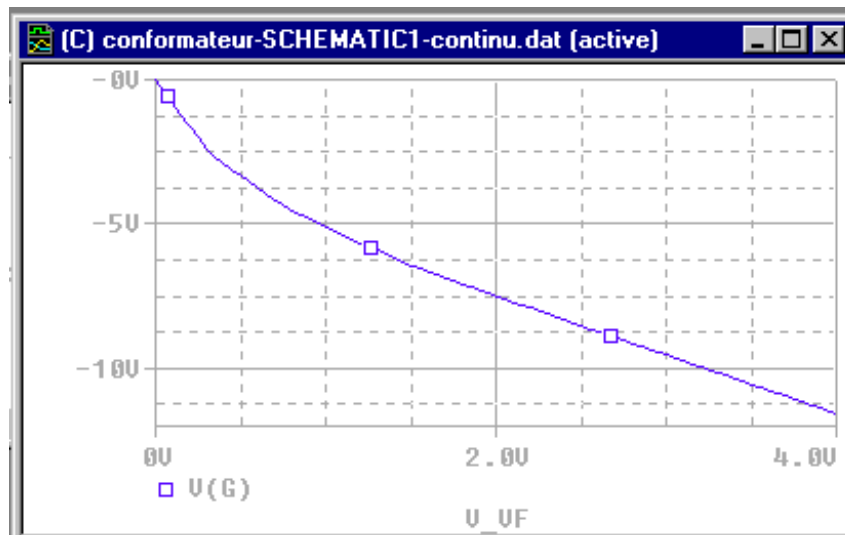
```
* source CONFORMATEUR
D_D4      0 N00061 BZX84C10/ZTX
R_R24     H G      24K
R_R19     K N00061 1.5k
R_R18     J K      750
R_R17     I J      750
R_R16     0 I      750
D_D3      H N04106 D1N4148
D_D2      H N04108 D1N4148
D_D1      H N04104 D1N4148
X_U1      0 H VCC -VCC G
TL081/301/TI
R_R20     F H      3K
V_V1      VCC 0 15V
R_R21     I N04104 24K
R_R22     J N04108 24K
R_R23     K N04106 24K
R_R28     N00061 VCC 1k
V_VF      F 0 DC 0Vdc AC 1Vac
R_R27     N04106 G 24K
R_R25     N04104 G 24K
R_R26     N04108 G 24K
V_V2      0 -VCC 15V
```

Paramètres de simulation :



Résultats de simulation :

Les signaux repérés par une sonde sur le schéma sont représentés en fonction de la grandeur variable spécifiée.
Ici : $V_G = f(V_F)$: Tension de Sortie = f (Tension d'entrée)



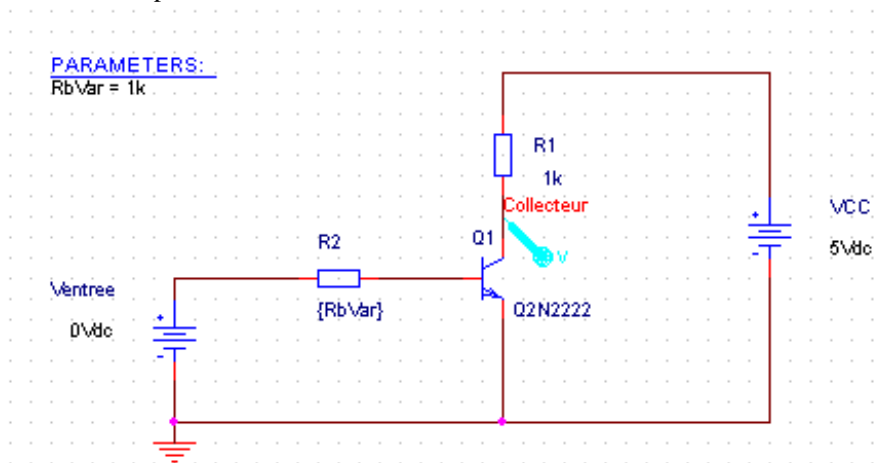
9.4) Analyse paramétrique

Une analyse paramétrique permet d'effectuer une simulation temporelle ou fréquentielle ou continue avec en plus la variation d'une grandeur pouvant être :

- une tension
- un courant
- un paramètre global
- un paramètre de modèle de simulation
- la température.

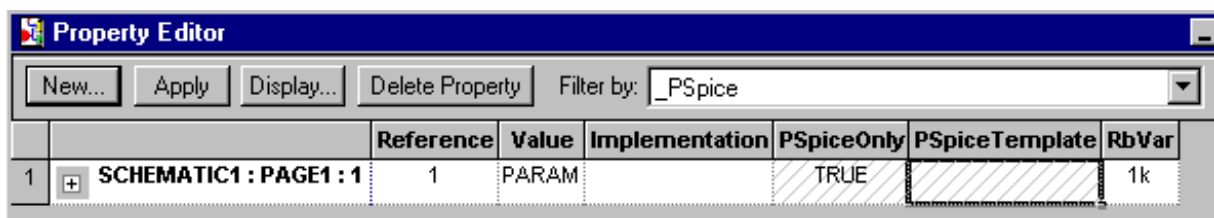
Exemple : Tracé d'une caractéristique de transistor.

Schéma réalisé sous OrCad Capture :



Le paramètre est ici la valeur de la résistance de base.

- donner comme « valeur » un nom de paramètre : {RbVar}
- placer sur le schéma un symbole particulier « PARAM » accessible dans la librairie « SPECIAL.OLB »
- éditer les propriétés de ce symbole (menu contextuel Edit Properties ou double clic sur le symbole)
- ajouter une nouvelle propriété : choisir l'option « New... » puis indiquer le nom de la propriété : « RbVar » (même nom que la « valeur » de la résistance sans les accolades)
- donner une valeur par défaut à cette propriété
- rendre visible sur le schéma cette propriété : sélectionner la propriété « RbVar » puis choisir « Display... ». Sélectionner alors dans la rubrique « Display format » l'option « Name and Value ».
- quitter l'éditeur de propriétés



Fichier circuit :

```

** circuit file for profile: parametrique
** WARNING: THIS AUTOMATICALLY GENERATED FILE MAY BE
OVERWRITTEN BY SUBSEQUENT PROFILES
*Libraries:
* Local Libraries :
* From [PSPICE NETLIST] section of pspice91.ini file:
.lib "nom.lib"
*Analysis directives:
.DC LIN V_Ventree 0V 5V 0.1V
.STEP LIN PARAM RbVar 1k 101k 20k
.PROBE
.INC "transistor-SCHEMATIC1.net"
.INC "transistor-SCHEMATIC1.als"
.END

* source TRANSISTOR
Q_Q1          COLLECTEUR N00026 0
Q2N2222
R_R1          COLLECTEUR N00013 1k
R_R2          N00026 N00029 {RbVar}
V_Ventree    N00029 0 0Vdc
V_VCC        N00013 0 5Vdc
.PARAM       RbVar=1k

```

Paramètres de simulation :

L'exemple utilisé ici fait appel à une analyse continue.

Définir alors les paramètres d'une analyse continue (voir § 9.3)

Définir ensuite les paramètres de l'analyse paramétrique :

Simulation Settings - parametrique

General Analysis Include Files Libraries Stimulus Options Data Collection Probe Window

Analysis type: DC Sweep

Options:

- Primary Sweep
- Secondary Sweep
- Monte Carlo/Worst Case
- Parametric Sweep
- Temperature (Sweep)
- Save Bias Point
- Load Bias Point

Sweep variable:

- Voltage source
- Current source
- Global parameter
- Model parameter
- Temperature

Name:

Model type:

Model name:

Parameter name: RbVar

Sweep type:

- Linear
- Logarithmic
- Value list

Start value: 1k

End value: 101k

Increment: 20k

Buttons: OK Annuler Appliquer Aide

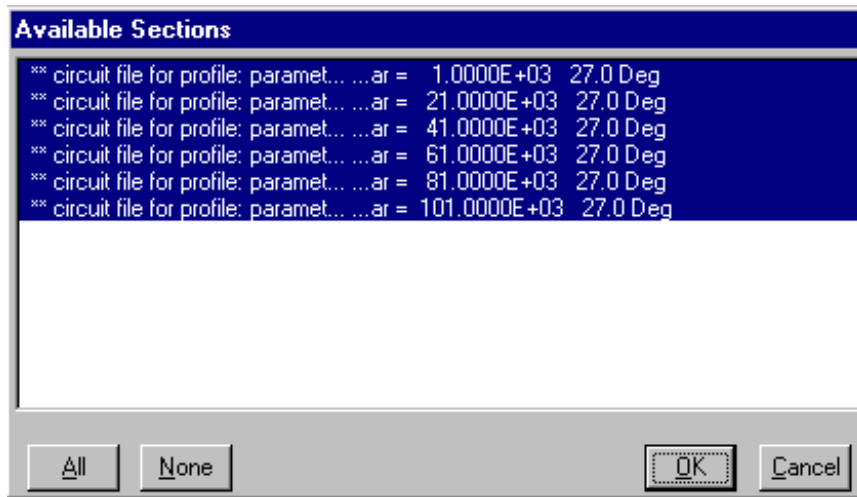
Annotations:

- Cocher l'option « Parametric Sweep »
- Choisir la grandeur variable
- Mentionner le nom de la variable
- Choix du type de balayage (linéaire ou logarithmique par décade / octave)
- Valeur de départ
- Valeur de fin
- Pas d'incréméntation (obtention des valeurs 1, 21,41,61,81 et 101)
- Valider

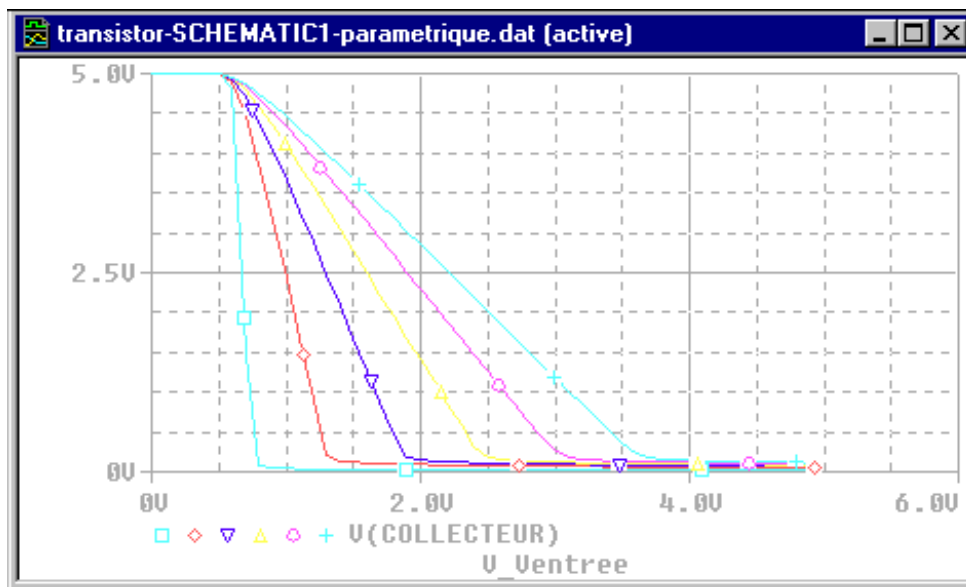
Résultats de simulation :

Le simulateur effectue les calculs (analyse continue ici) pour chacune des valeurs du paramètre.

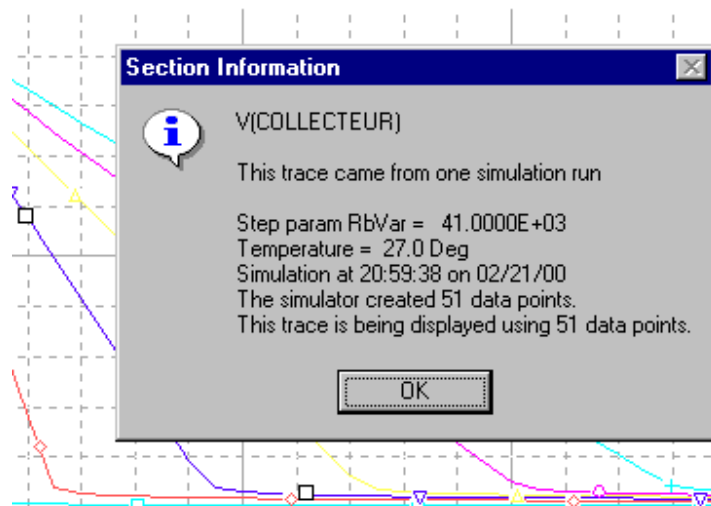
Une fenêtre permet de choisir l'ensemble des résultats de simulation ou de n'en sélectionner que quelques uns.



L'ensemble des courbes apparaît dans la fenêtre de visualisation avec une couleur et un symbole différents.



- Sélectionner une courbe directement dans la fenêtre de visualisation
- Choisir dans le menu contextuel l'option « Information »
- Une fenêtre affiche les conditions particulières de simulation pour cette courbe (ici RbVar = 41 k)



9.5) Simulation logique

Une simulation logique correspond à une analyse temporelle de circuits logiques.

Les différentes sources utilisables (accessibles dans la librairie « SOURCESTM.OLB ») pour effectuer une telle simulation sont :

DSTIM1 (Digital Stimulus) pour un signal d'entrée isolé

DSTIMxx (Digital Stimulus) avec xx =4, 8, 16 ou 32 pour des signaux d'entrée regroupés en bus

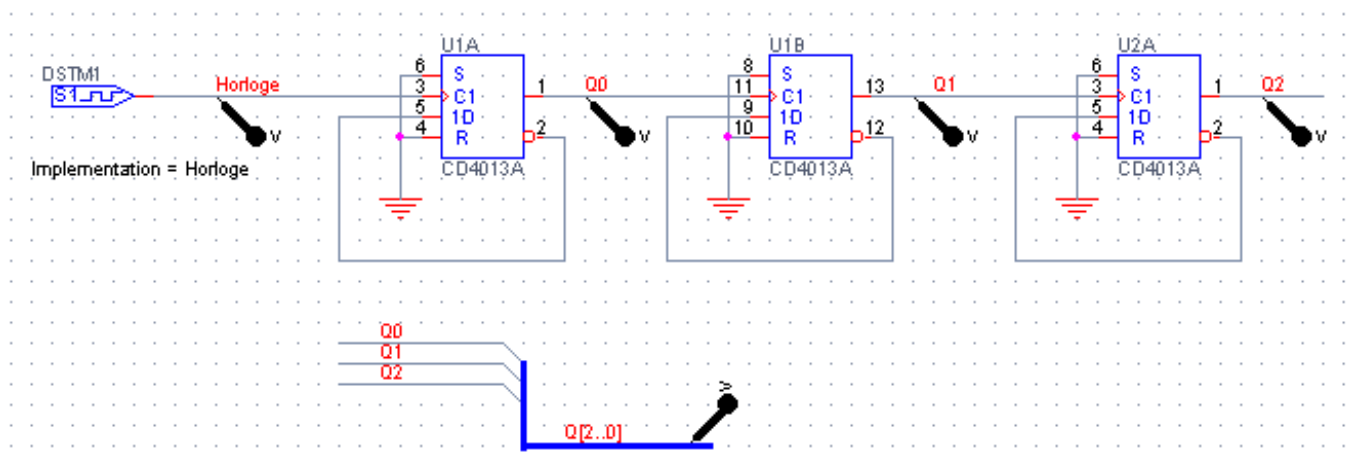
Remarques :

- l'alimentation par défaut des circuits logiques est égale à 5V ;
- les entrées de circuits câblés à la masse peuvent l'être grâce aux symboles accessibles par l'icône (Place Ground) :



Exemple : réalisation d'un décompteur asynchrone

Schéma réalisé sous OrCad Capture :



Fichier circuit :

```

** circuit file for profile: logique
** WARNING: THIS AUTOMATICALLY GENERATED FILE MAY BE
OVERWRITTEN BY SUBSEQUENT PROFILES
*Libraries:
* Local Libraries :
.STMLIB ".\BASCULES.stl"
* From [PSPICE NETLIST] section of pspice91.ini file:
.lib "nom.lib"
*Analysis directives:
.TRAN 0 50us 0
.OPTIONS DIGINITSTATE= 0
.PROBE
.INC "basculer-SCHMATIC1.net"
.INC "basculer-SCHMATIC1.als"
.END

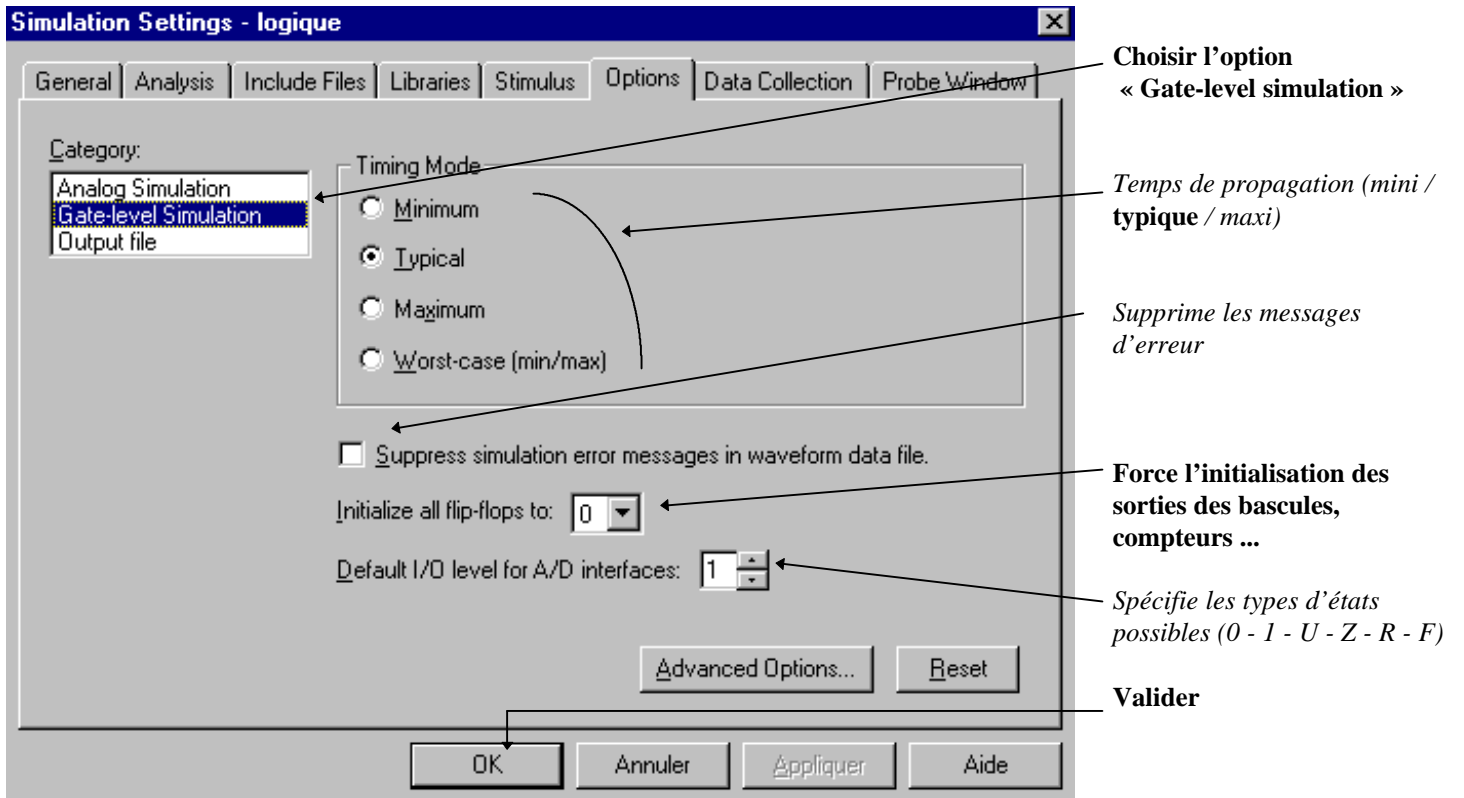
* source BASCULES
X_U1A      0 0 HORLOGE N00011 Q0 N00011
+ $G_CD4000_VDD $G_CD4000_VSS CD4013A
+ PARAMS:
+ IO_LEVEL=0 MNTYMXDLY=0
U_DSTIM1  STIM(1,0) $G_DPWR $G_DGND
+ HORLOGE IO_STM STIMULUS=Horloge
X_U1B      0 0 Q0 N00080 Q1 N00080
+ $G_CD4000_VDD $G_CD4000_VSS CD4013A
+ PARAMS:
+ IO_LEVEL=0 MNTYMXDLY=0
X_U2A      0 0 Q1 N00148 Q2 N00148
+ $G_CD4000_VDD $G_CD4000_VSS CD4013A
+ PARAMS:
+ IO_LEVEL=0 MNTYMXDLY=0

```


Paramètres de simulation :

Les paramètres correspondent à ceux d'une analyse temporelle : voir le § 9.1)

Quelques options peuvent être spécifiées dans l'onglet « Options » du profil de simulation :



Résultats de simulation :

Les signaux repérés par une sonde sur le schéma s'affichent dans la fenêtre de visualisation (dans l'ordre de placement sur le schéma).

