

# Introduction aux techniques de synthèse du son

S. Natkin 2003

# Généralités

Construction d'un son par un dispositif électronique (ici numérique) .

## **Synthèse par tables d'ondes**

Par exploration et altérations d'échantillons enregistrés

## **Synthèse additive**

Par addition de signaux simples (sinusoidaux par exemple)

## **Synthèse granulaire**

Multiplexage temporel de petits éléments dont l'ensemble des éléments sont contrôlés

## **Synthèse soustractive**

Par filtrage de signaux riches en harmoniques

## **Synthèse par modulation**

Par variation temporelle d'un paramètre d'un signal se décomposant selon une série de Fourier dont les harmoniques dépendent de ce paramètre

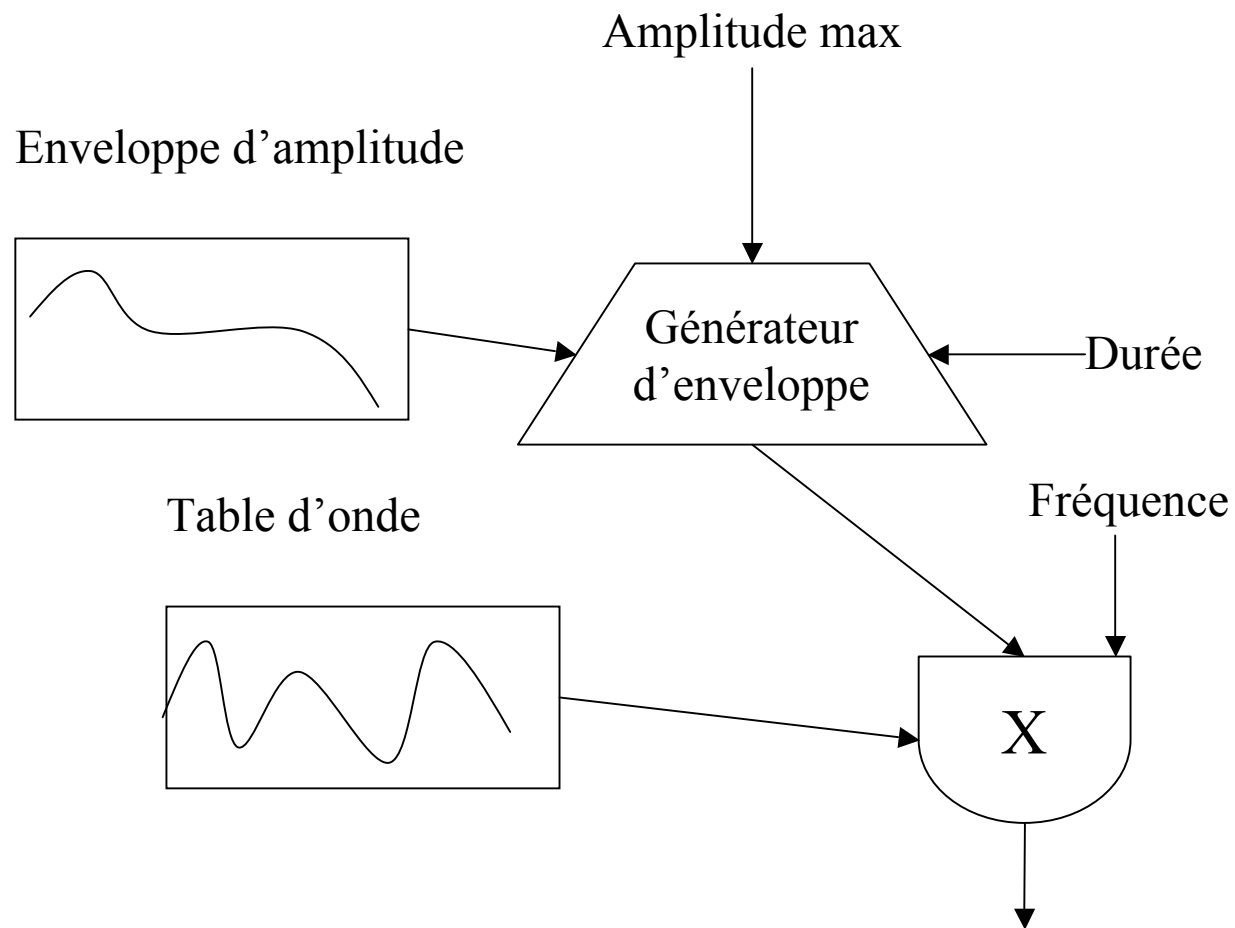
## **Synthèse par modèles physiques**

Par simulation des lois acoustiques

# Synthèse par table d'onde

- On part d'une table d'un son enregistrés qui est lue périodiquement
- On modifie le fréquences soit en « sautant des échantillons », soit en créant artificiellement (avec éventuellement un processus d'interpolation)
- Les échantillons peuvent être altérés en hauteur en suivant une enveloppe d'amplitude

# Schéma de base

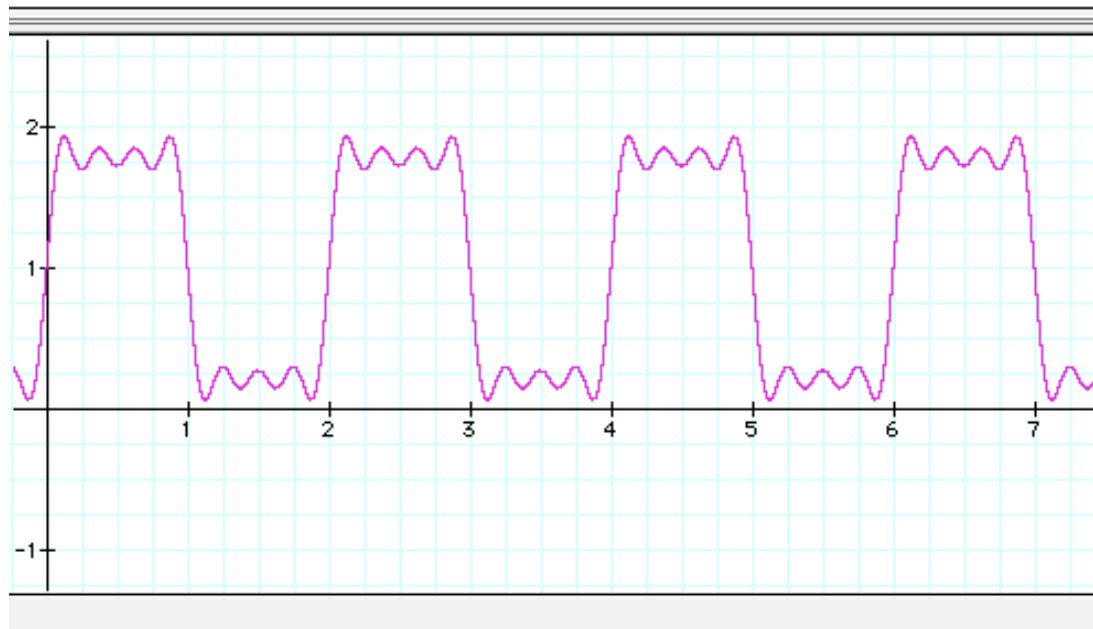


# Utilisation de plusieurs tables

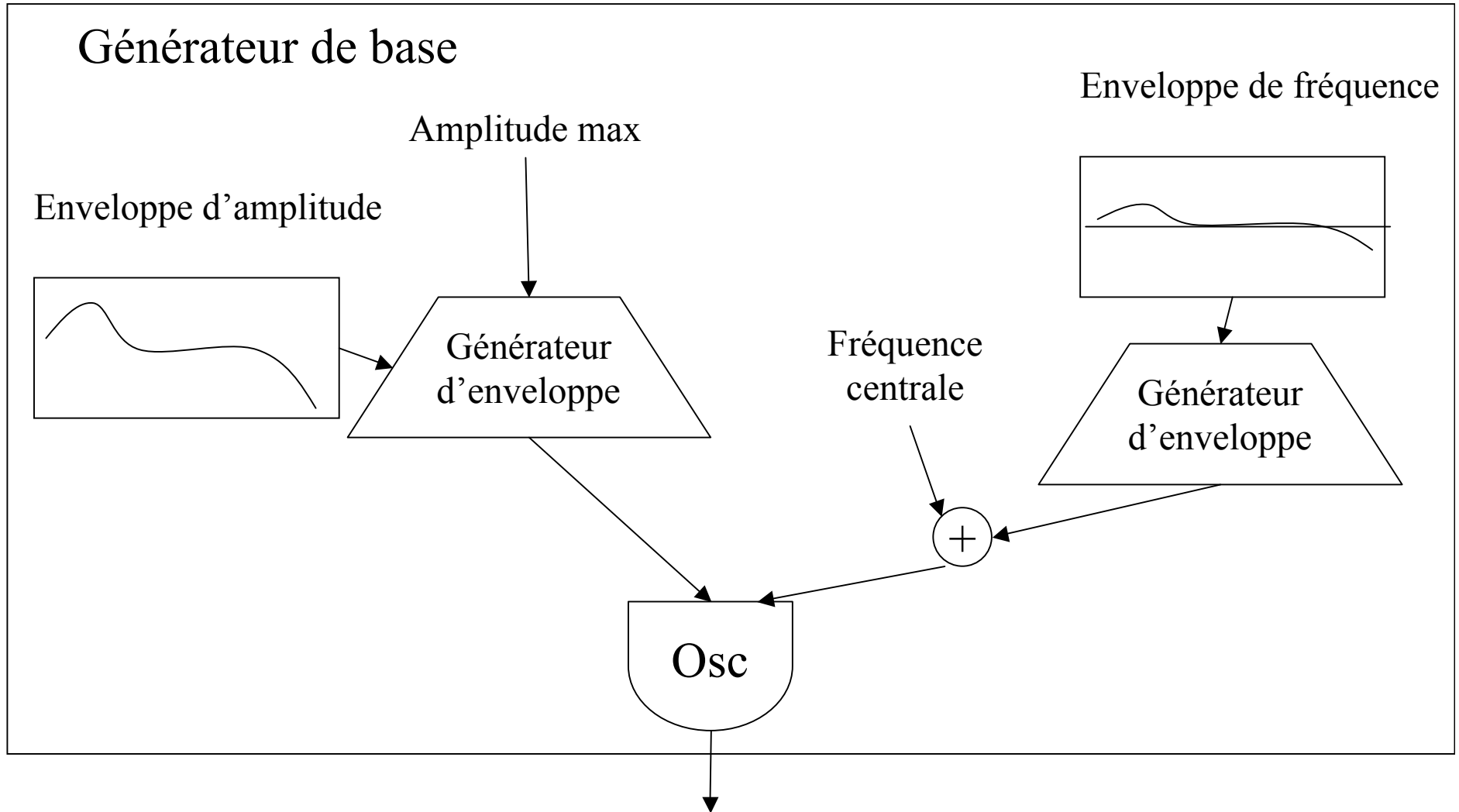
- Enchaînées (pour des périodes déterminées)
- Additionnée (Somme des constructions précédentes)
- Version plus complexes (terrains d'onde)
- Standard Microsoft Downloadable Sound Level (DSL)

# Synthèse additive

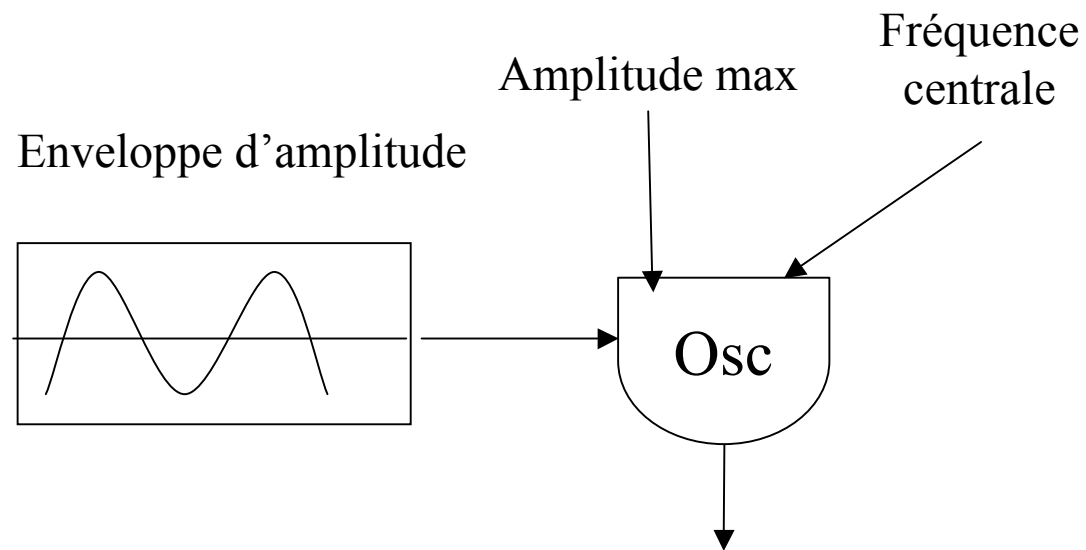
$$y \stackrel{\uparrow}{=} 1 + \sin \pi x + \frac{1}{3} \sin (3 \pi x) + \frac{1}{5} \sin (5 \pi x) + \frac{1}{7} \sin (7 \pi x)$$



# Schéma de base

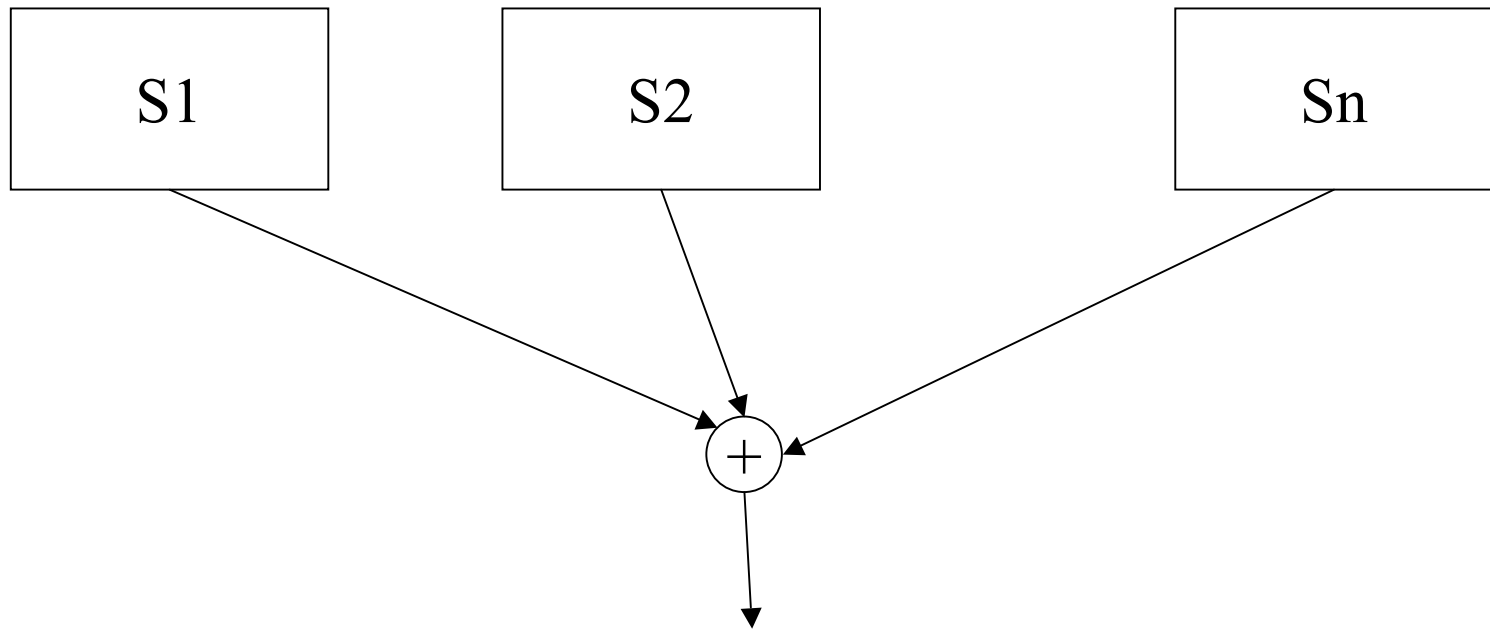


# Schéma d'une synthèse sinusoïdale





# Synthèse complexe



# Synthèse par modulation

Principe:

Moduler un Signal sinuosidal par un autre signal

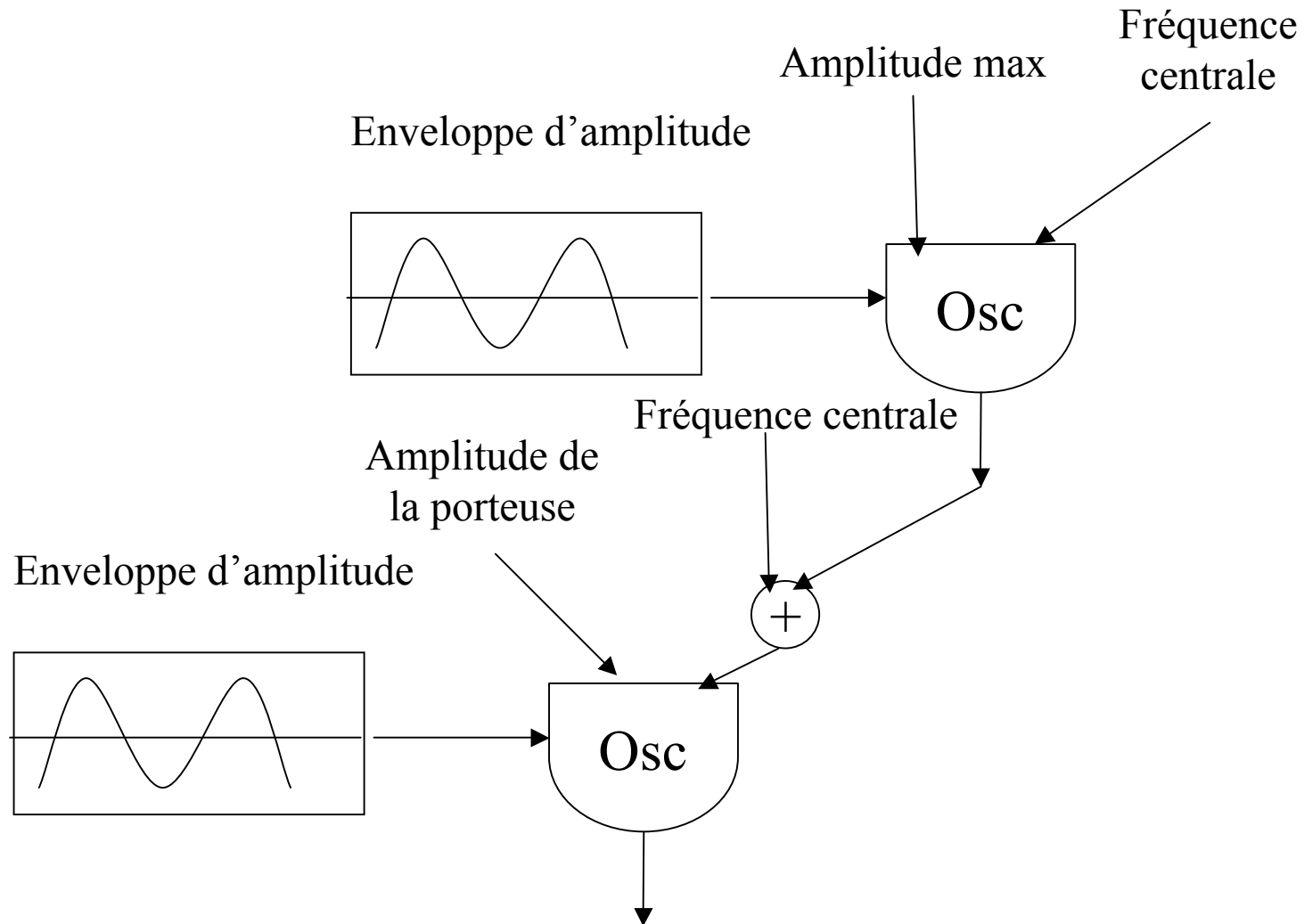
$S(t) = A(t) \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)$  Amplitude

$S(t) = A \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi(t))$  Phase

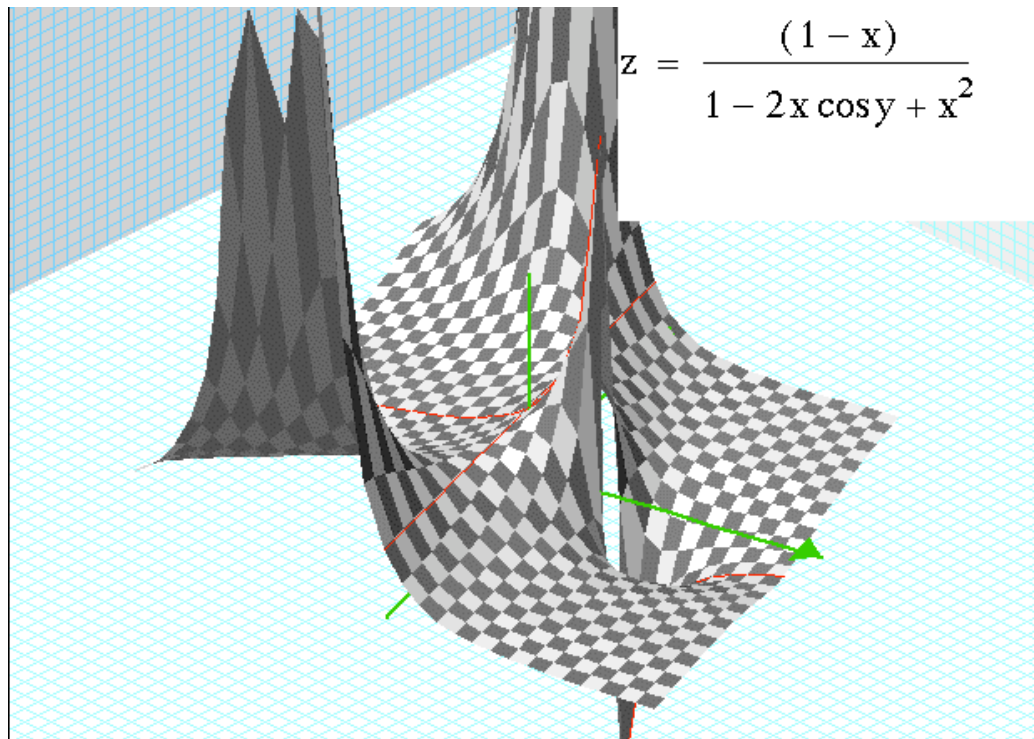
$S(t) = A \sin(\omega(t) \cdot t + \varphi)$  Fréquence

# Modulation de fréquences

## Schéma de base



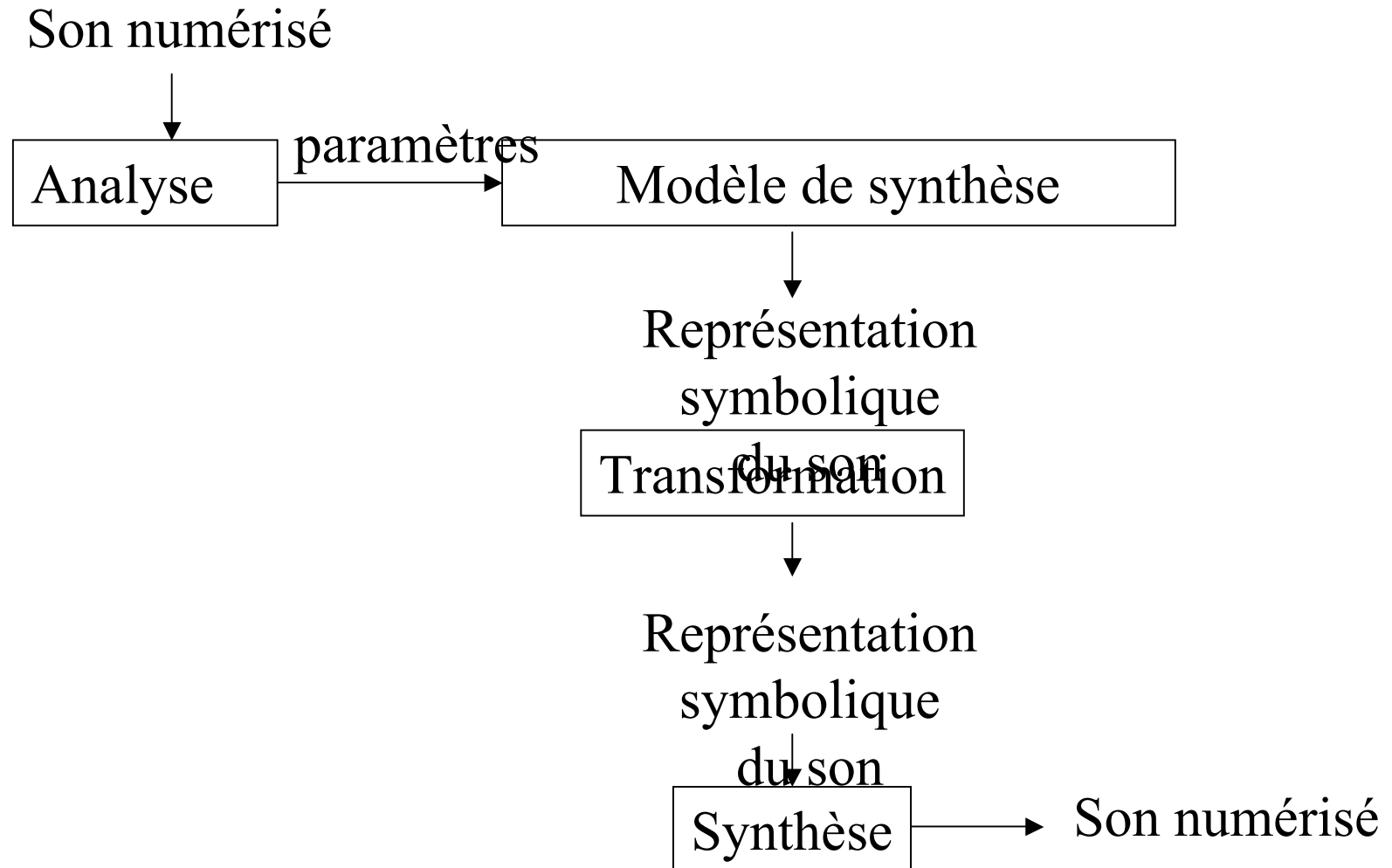
# Utilisation de fonction complexes



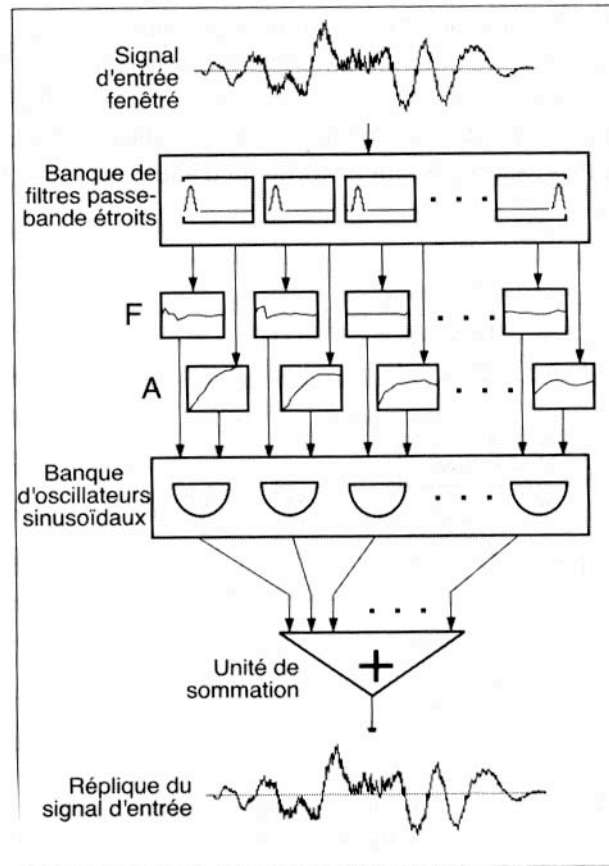
$$\frac{1-x}{1-2x \cos(\theta) + x^2} = 1 + 2x \cos(\theta) + 2x^2 \cos(2\theta) + \dots$$

*Analyse et re-synthèse*

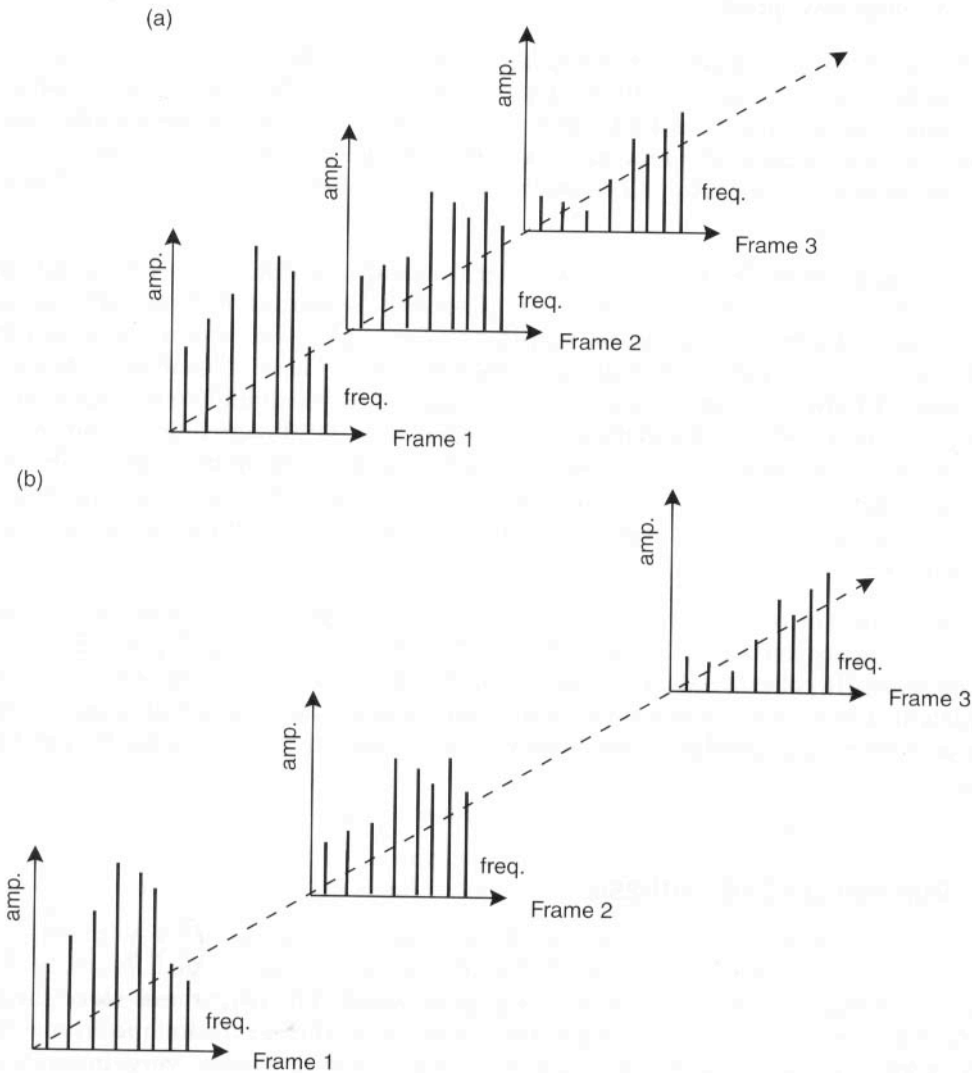
# Principe général



# Resynthèse additive

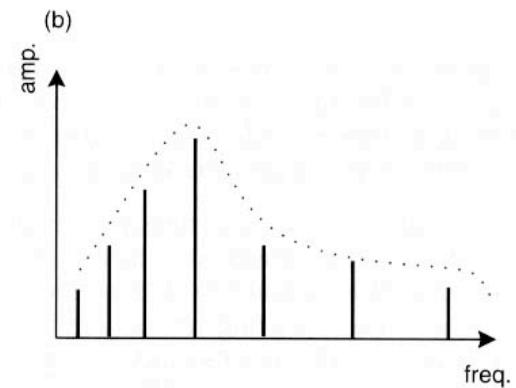
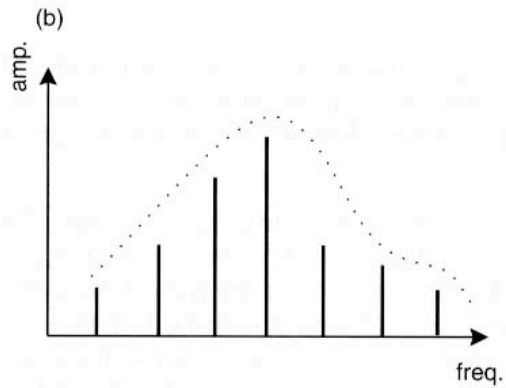
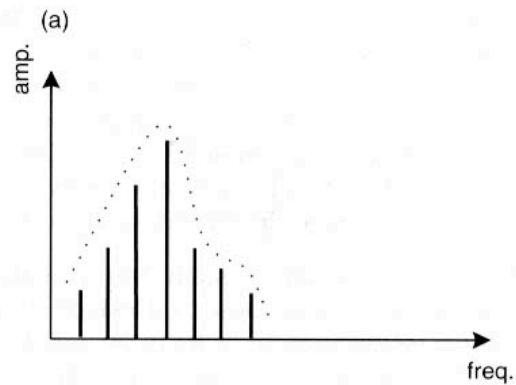
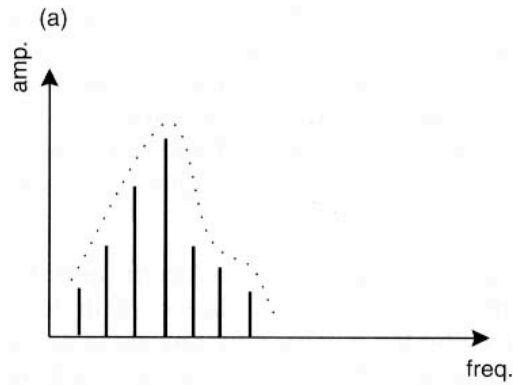


# Transformation par resynthèse (1)



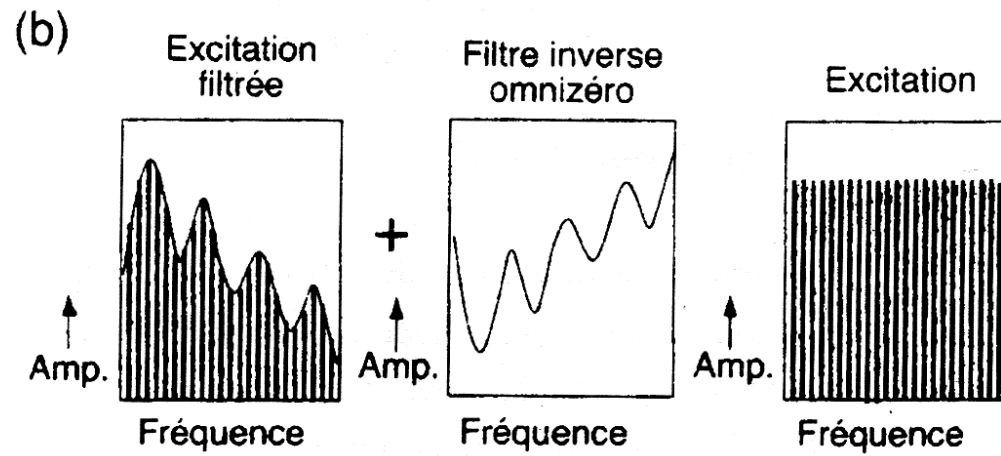
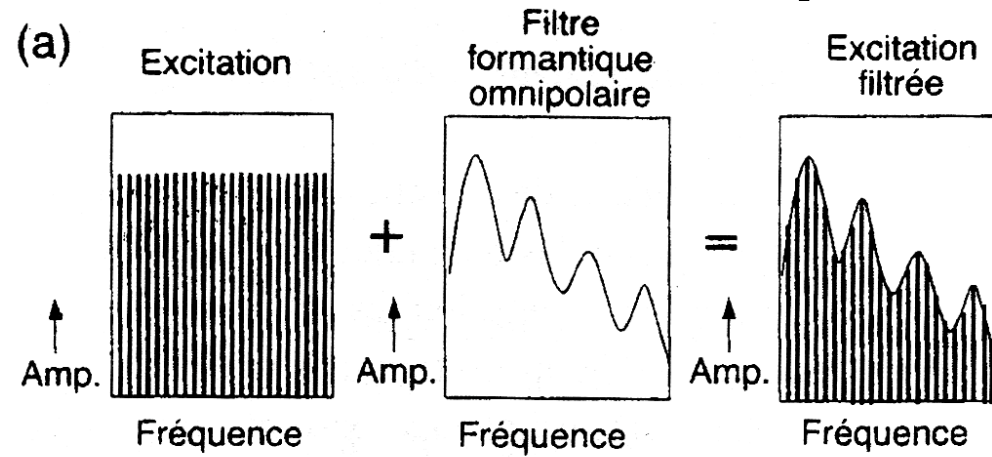


# Transformation par resynthèse (2)



Utilisation de la synthèse  
soustractive: le vocodeur de phase

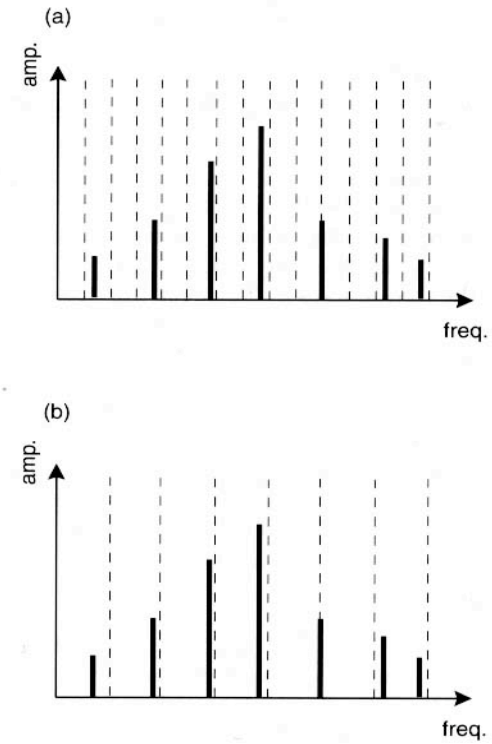
# Filtre formantique



# Calcul du filtre

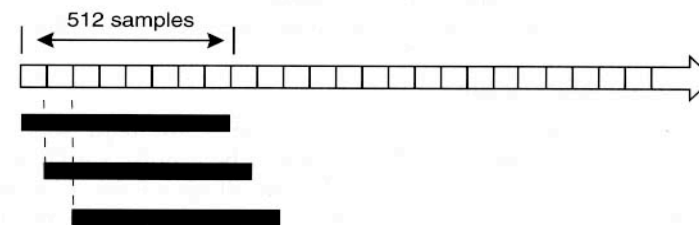
- On initialise le processus par un calcul d'enveloppe
- A une étape le filtre formantique est une combinaison linéaire des filtres des échantillons précédents.
- La combinaison minimise l'erreur: la différence entre le signal excitateur et l'excitation reconstituée (LPC)

# Paramétrage

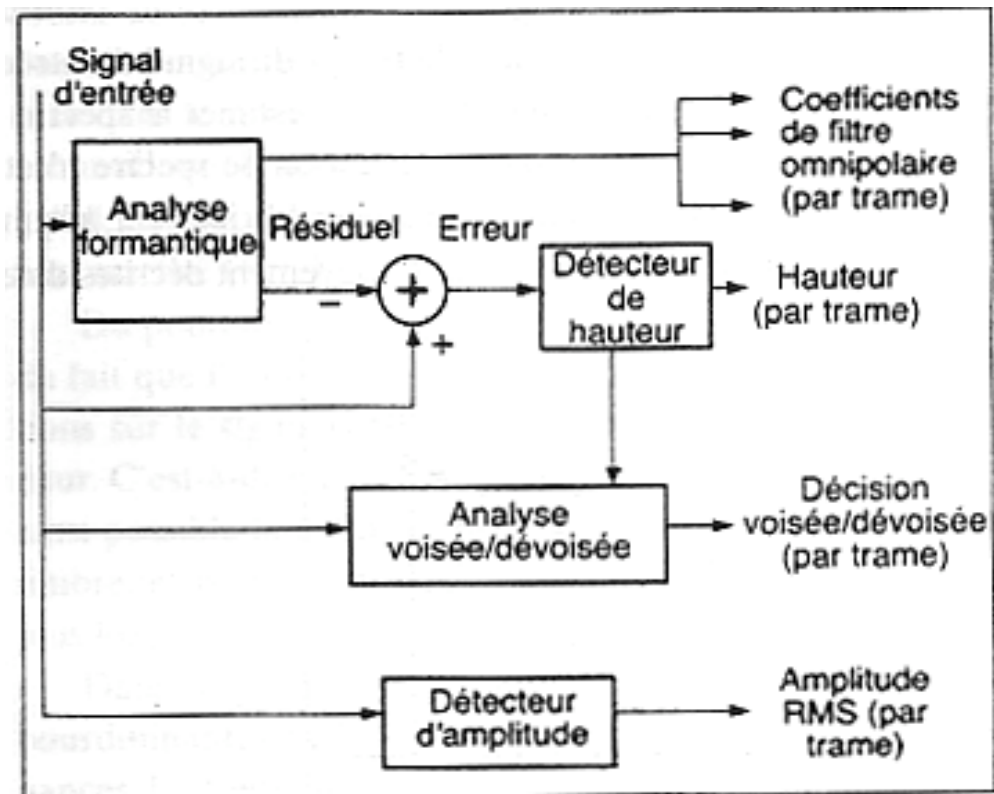


**Figure 3.11** The Phase Vocoder uses channels to act as 'harmonic detectors'. The greater the number of channels, the better the frequency resolution. Note that (b) does not distinguish between the two uppermost partials that are perfectly distinct in (a)

□ = 64 samples



# Processus de codage



# Processus de décodage

