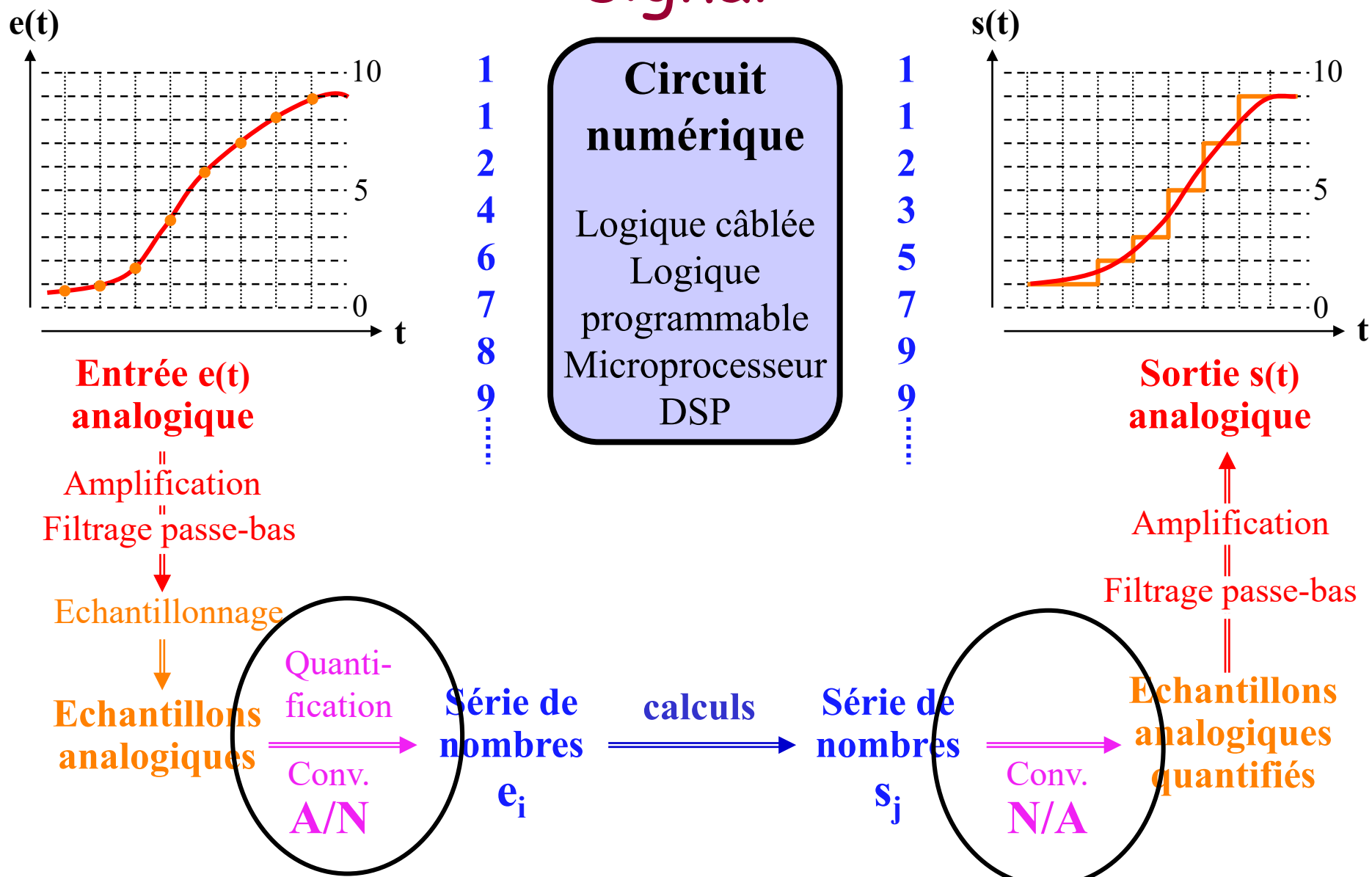


CONVERSION A/N et N/A

- 1. Introduction générale**
- 2. Conversion Numérique-Analogique**
- 3. Conversion Analogique-Numérique**

1. Introduction générale

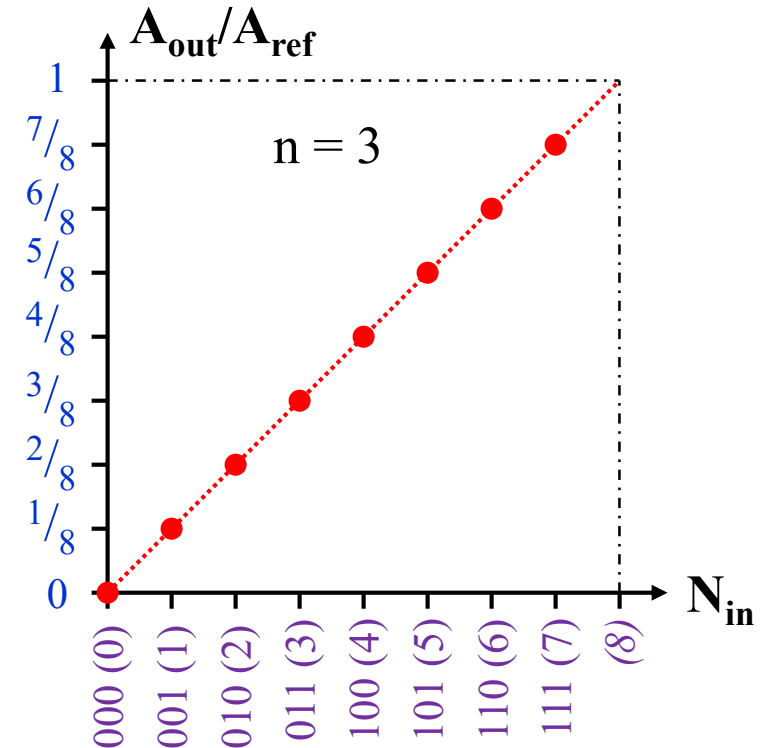
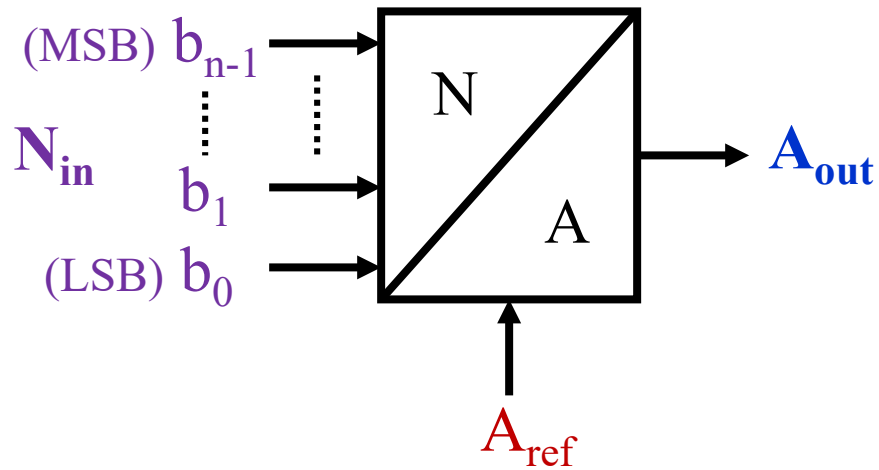
1.1 Traitement mixte, analogique et numérique, du signal



1.2. Convertisseur N/A unipolaire

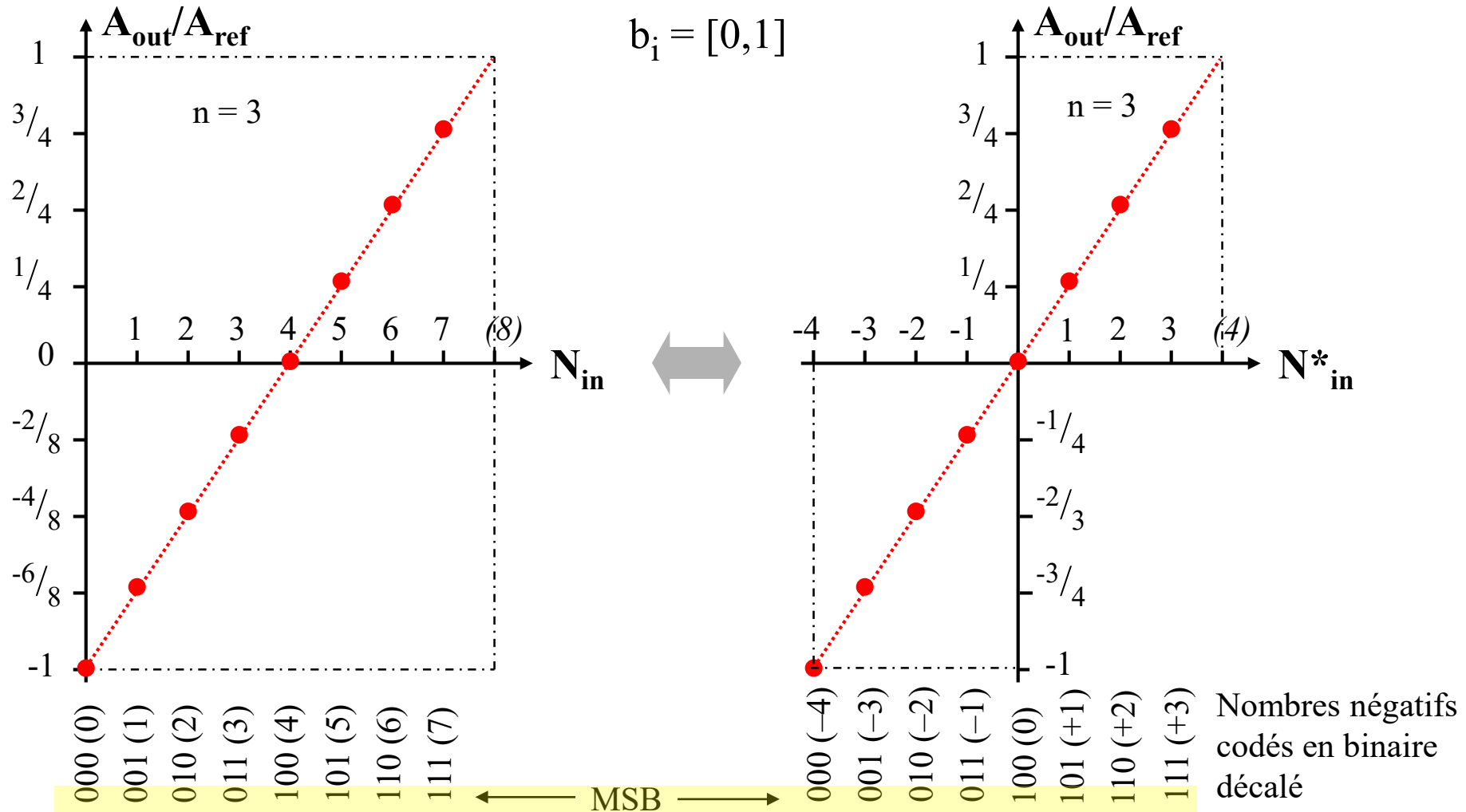
$$A_{\text{out}} = \frac{1}{2^n} \cdot A_{\text{ref}} \cdot (b_{n-1} \cdot 2^{n-1} + b_{n-2} \cdot 2^{n-2} + \dots + b_2 \cdot 2^2 + b_1 \cdot 2^1 + b_0 \cdot 2^0)$$

Grandeur analogique Grandeur de référence Nombre entier représenté en binaire
 $b_i = [0,1]$



1.2. Convertisseur N/A bipolaire

$$A_{out} = -A_{ref} + \frac{A_{ref}}{2^{n-1}} \cdot (b_{n-1} \cdot 2^{n-1} + b_{n-2} \cdot 2^{n-2} + \dots + b_2 \cdot 2^2 + b_1 \cdot 2^1 + b_0 \cdot 2^0)$$



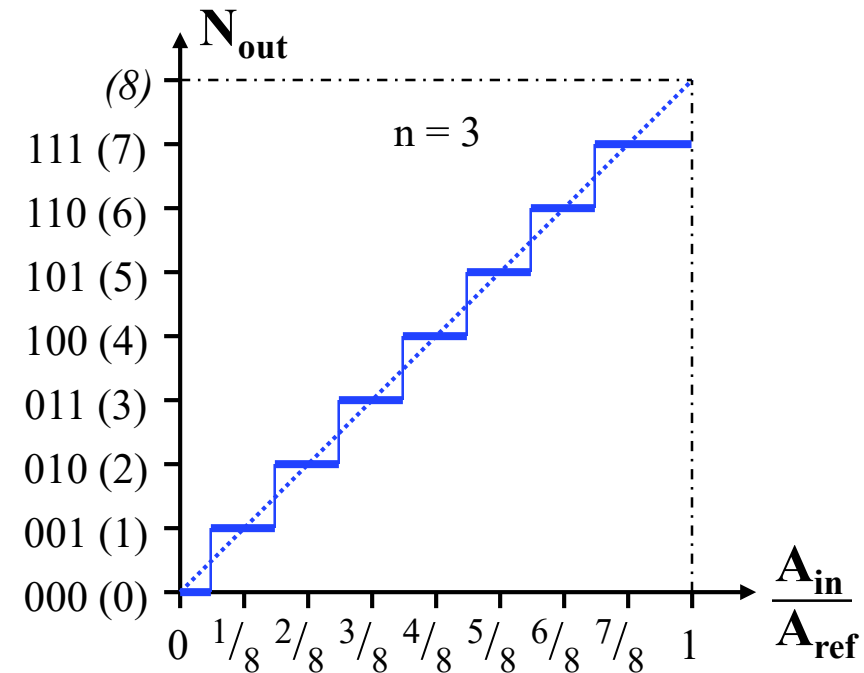
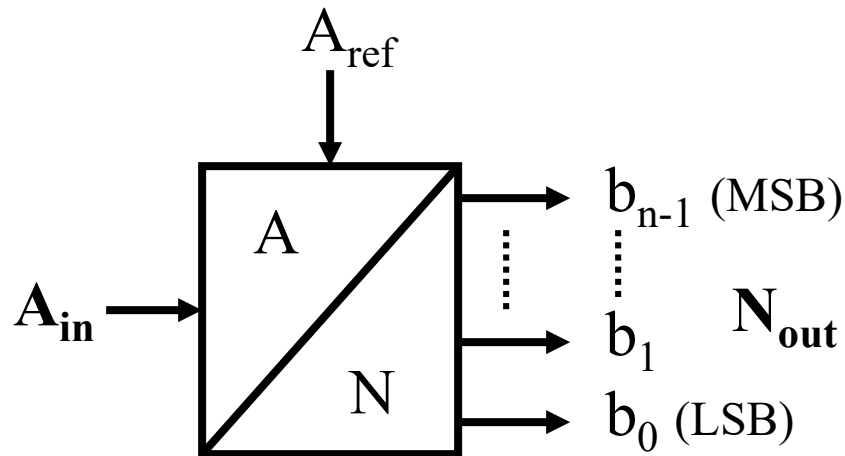
1.3. Convertisseur A/N unipolaire,

$$N_{\text{out}} = b_{n-1} \cdot 2^{n-1} + b_{n-2} \cdot 2^{n-2} + \dots + b_1 \cdot 2^1 + b_0 \cdot 2^0 = \text{arrondi} \left(2^n \cdot A_{\text{in}} \cdot \frac{1}{A_{\text{ref}}} \right)$$

Nombre entier
représenté en binaire
 $b_i = [0,1]$

Approximation
=> erreur de
quantification !

Grandeur
analogique
Grandeur
de référence



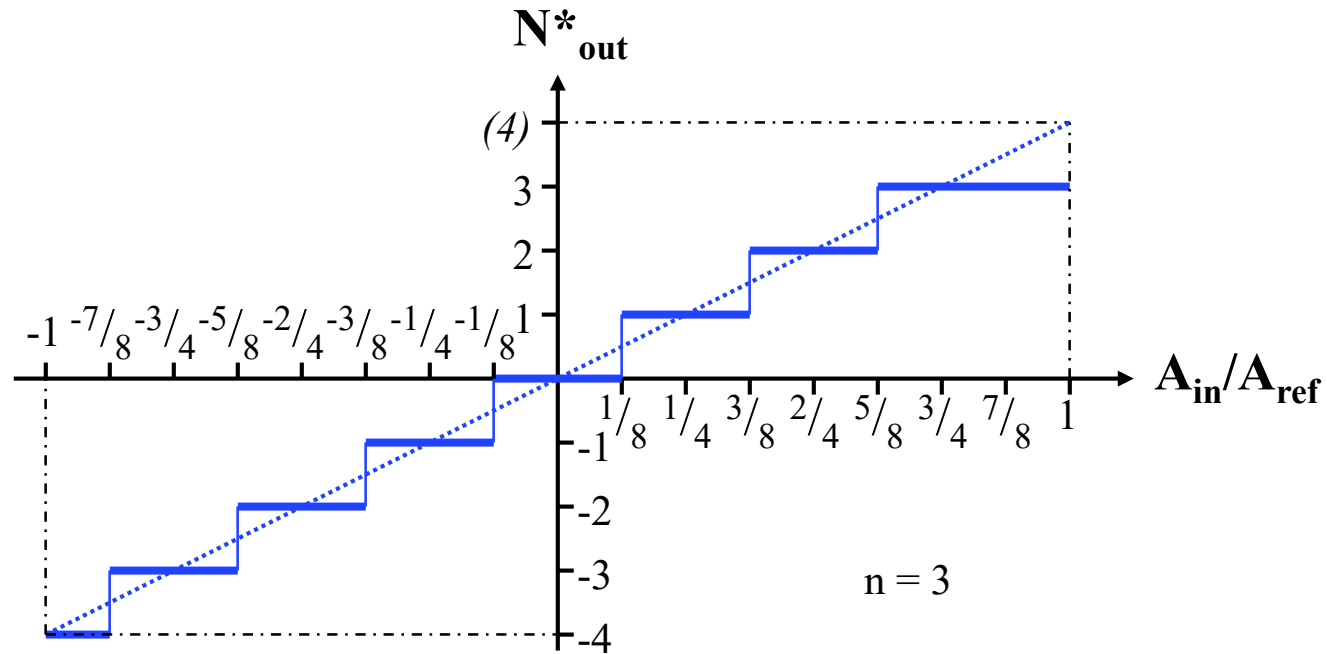
1.3. Convertisseur A/N bipolaire

$$N_{\text{out}} = b_{n-1} \cdot 2^{n-1} + b_{n-2} \cdot 2^{n-2} + \dots + b_1 \cdot 2^1 + b_0 \cdot 2^0 = \text{arrondi}\left(2^n \cdot \frac{A_{\text{in}} + A_{\text{ref}}}{2 \cdot A_{\text{ref}}}\right)$$

$$N_{\text{out}}^* = \text{arrondi}\left(2^n \cdot \frac{A_{\text{in}}}{2 \cdot A_{\text{ref}}}\right)$$

N_{out}^* est l'interprétation en binaire décalé du code généré

- N_{out} code
- (7) 111
- (6) 110
- (5) 101
- (4) 100
- (3) 011
- (2) 010
- (1) 001
- (0) 000



1.4. Paramètres statiques des Convertisseurs A/N et N/A

Dynamique = plage utile de la grandeur analogique: A_{\min} à A_{\max}

En général :

Dynamique = 0 à A_{ref} pour un convertisseur unipolaire

Dynamique = $-A_{\text{ref}}$ à $+A_{\text{ref}}$ pour un convertisseur bipolaire

Cas spéciaux courants :

Convertisseur N/A avec facteur d'échelle: $A_{\text{out}} = N_{\text{in}} \cdot k \cdot A_{\text{ref}} / 2^n$

Convertisseur N/A unipolaire inverseur

Dynamique = 0 à $-A_{\text{ref}}$

Convertisseur A/N à deux valeurs de références

Dynamique = $A_{\text{ref,Low}}$ à $A_{\text{ref,High}}$

1.4. Paramètres statiques des Convertisseurs

Résolution

La **résolution** est fixée par le nombre **n** de bits utilisés pour représenter la valeur numérique. Il détermine le nombre 2^n de niveaux discrets avec lequel la dynamique est subdivisée.

8 bits = 256 niveaux
10 bits = 1'024 niveaux
12 bits = 4'096 niveaux
14 bits = 16'384 niveaux
16 bits = 65'536 niveaux

La **résolution** ou **pas de quantification**, soit le plus petit écart de la valeur analogique que peut générer un CNA, respectivement que peut distinguer un CAN, est souvent appelé "**LSB**".

CAN/CNA unipolaire

$$A_{\text{LSB}} = \frac{A_{\text{ref}}}{2^n}$$

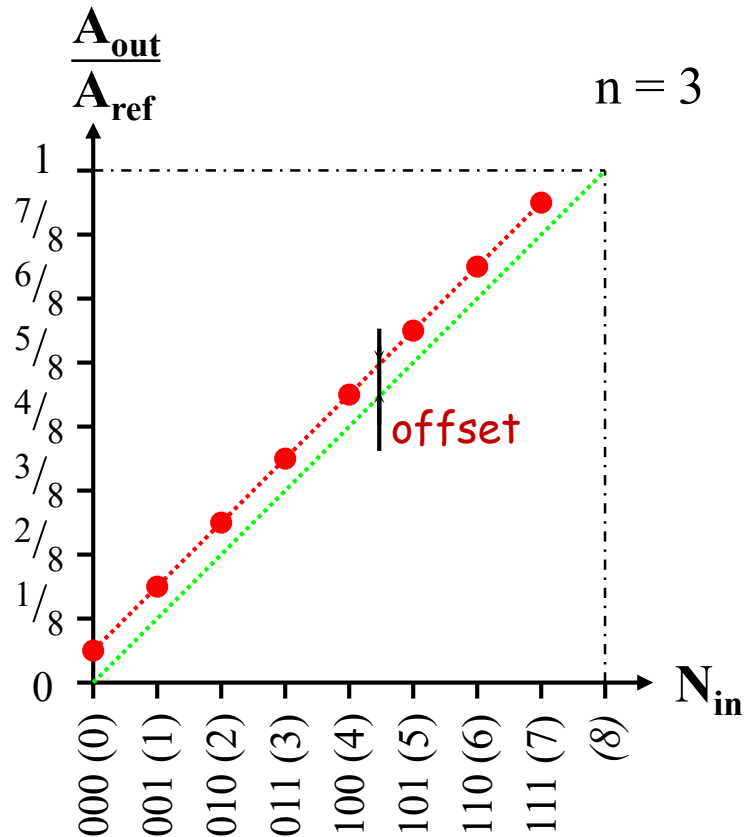
CAN/CNA bipolaire

$$A_{\text{LSB}} = \frac{A_{\text{ref}}}{2^{n-1}}$$

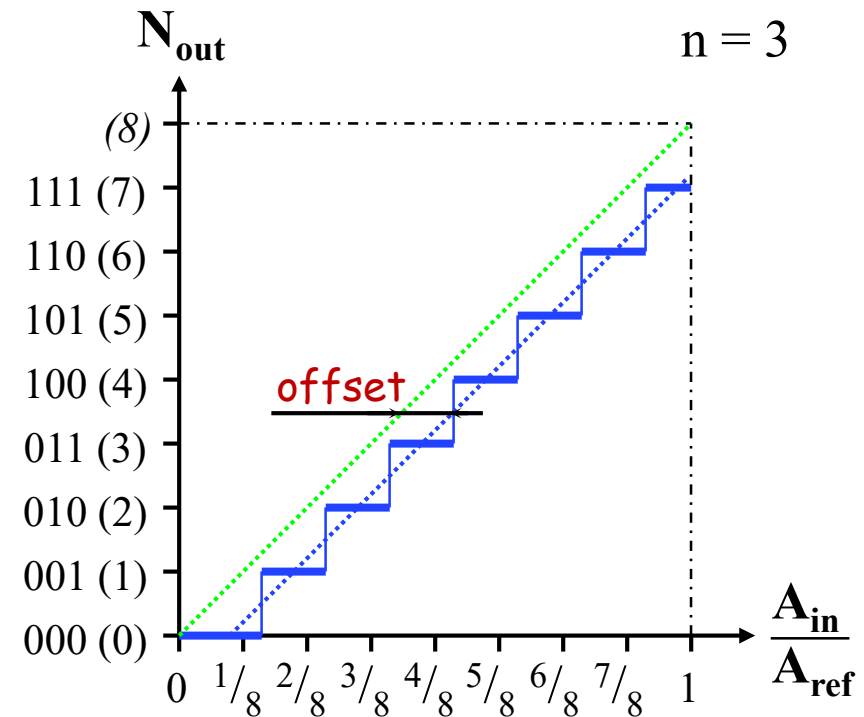
1.4. Paramètres statiques des Convertisseurs

Erreur d'offset Spécifiée en mV ou en "LSB".

CNA

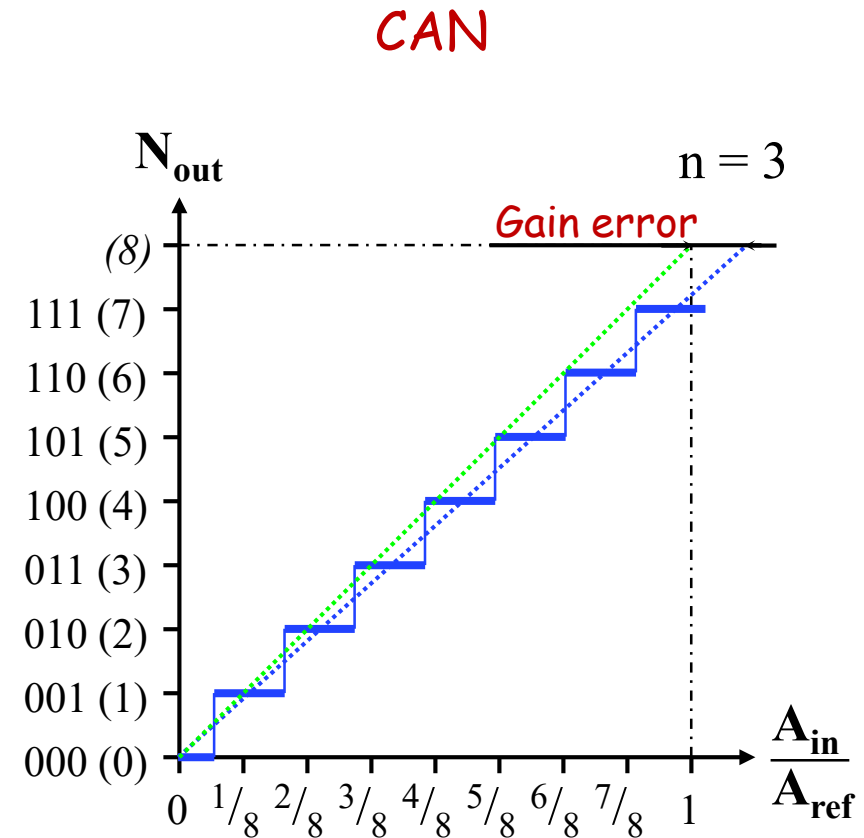
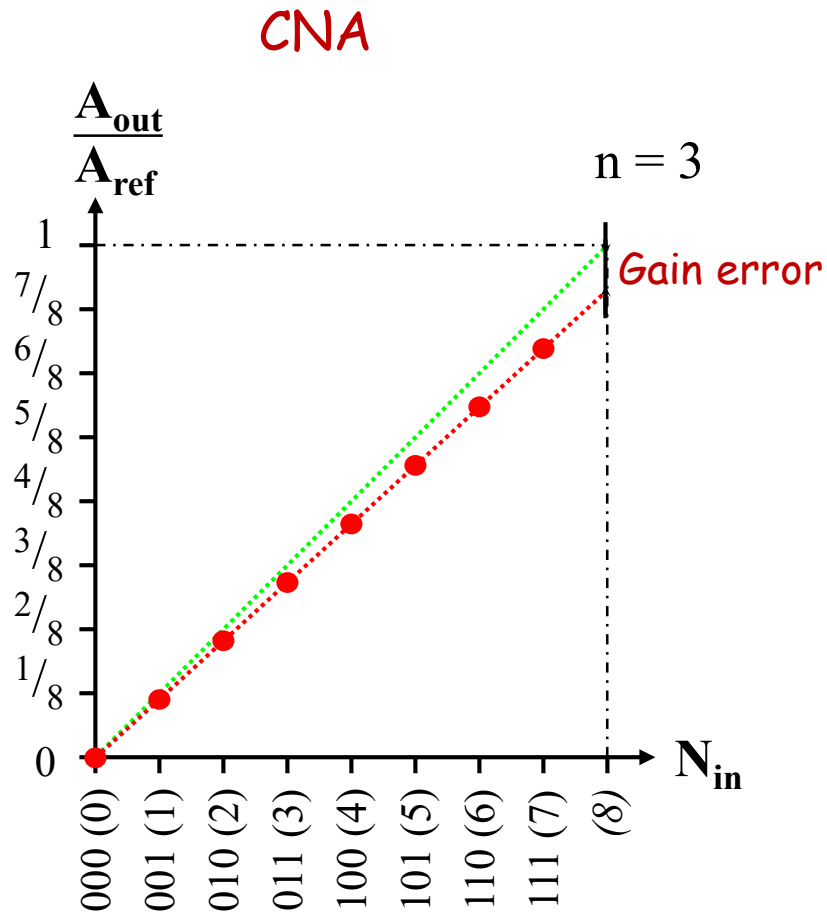


CAN



1.4. Paramètres statiques des Convertisseurs

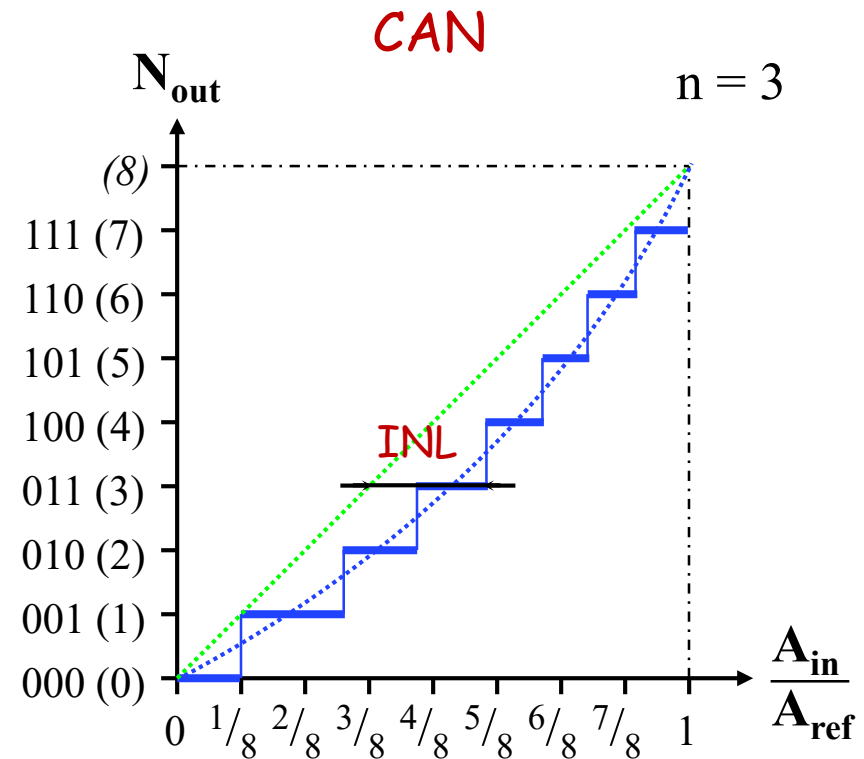
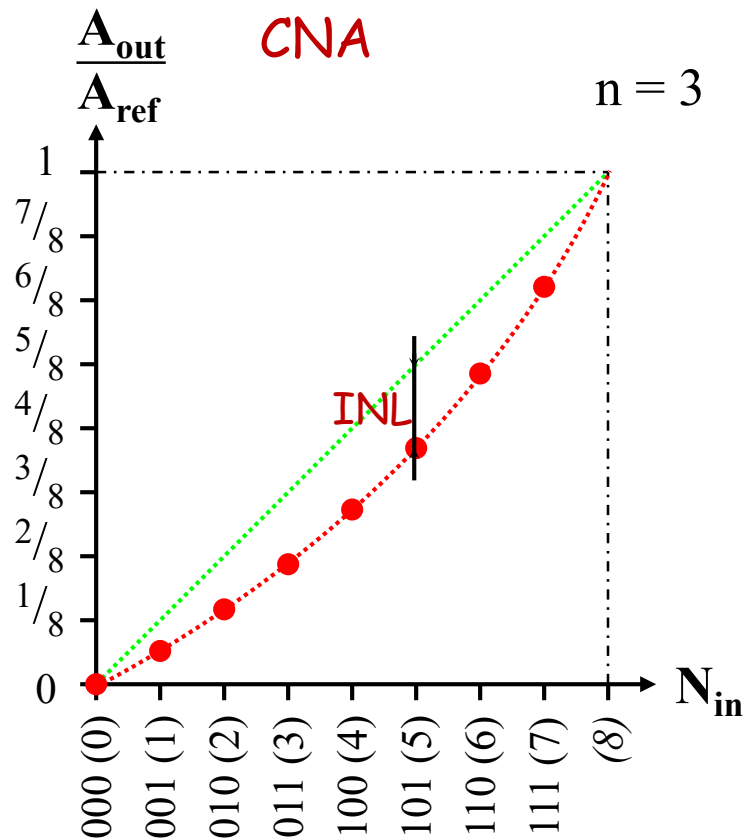
Erreur de gain Spécifiée en % du "LSB " idéal.



1.4. Paramètres statiques des Convertisseurs

Non-linéarité intégrale Spécifiée en "LSB".

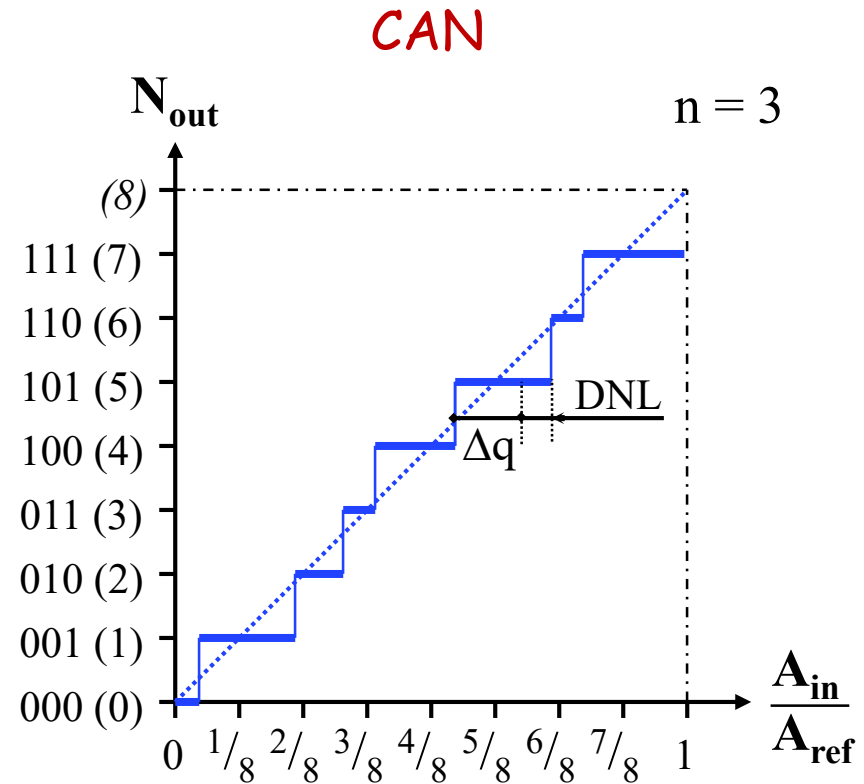
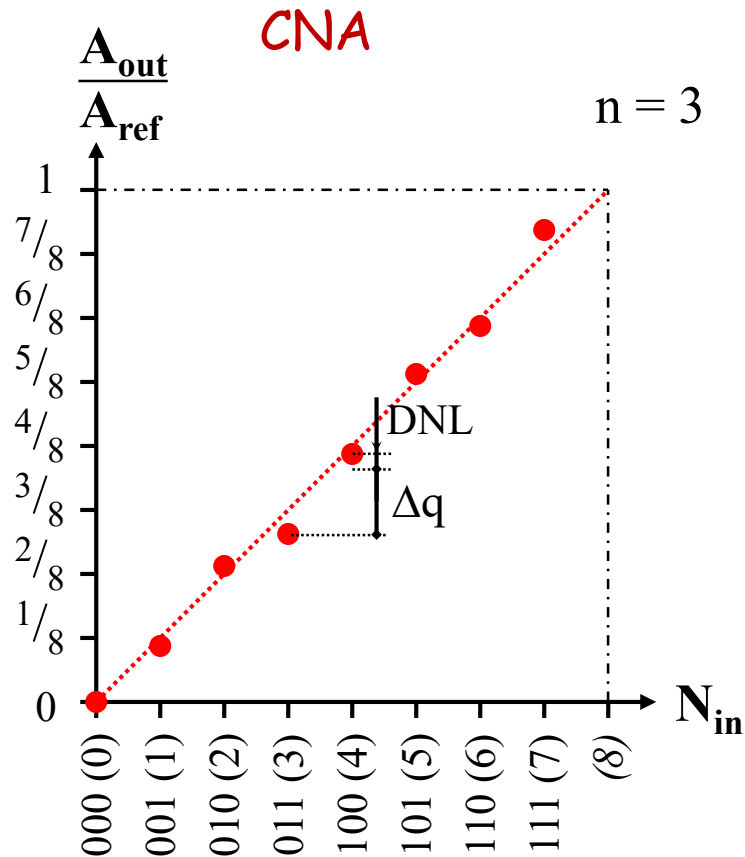
Ecart maximal entre la droite théorique (év. moyenne) et la caractéristique réelle.



1.5. Paramètres statiques des Convertisseurs

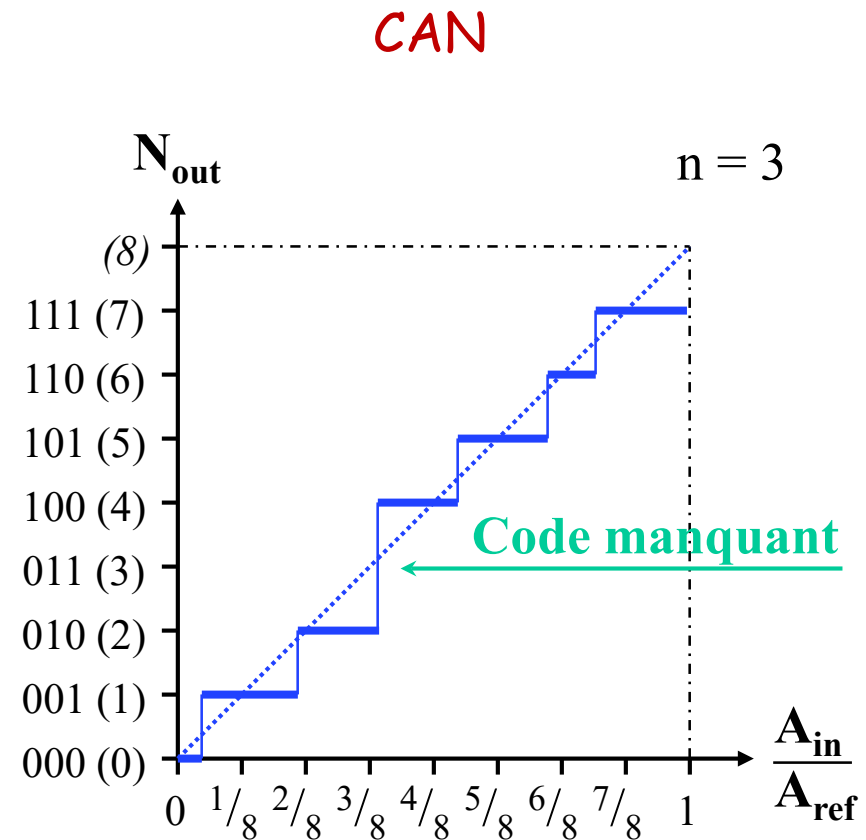
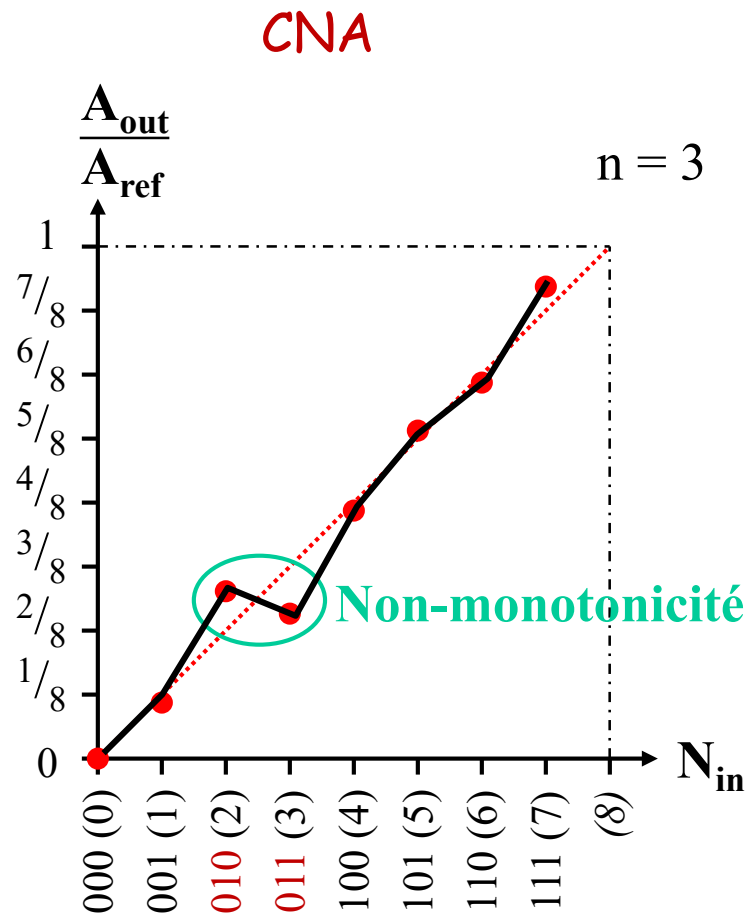
Non-linéarité différentielle Spécifiée en "LSB".

Ecart maximal entre le pas de quantification théorique (év. moyen) et le pas réel.



1.4. Paramètres statiques des Convertisseurs A/N et N/A

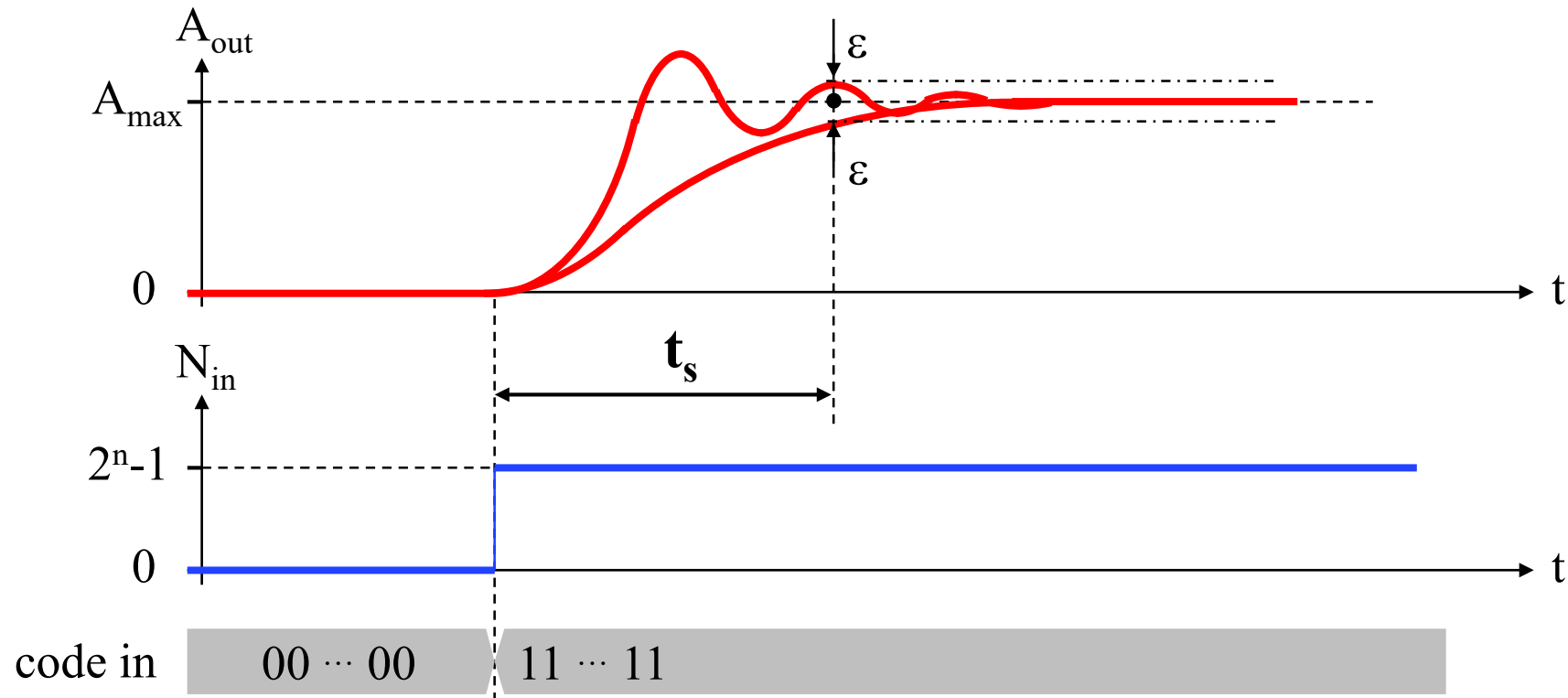
Non-linéarité différentielle grave: Non-monotonie et Code manquant:



1.5. Paramètres dynamiques des Convertisseurs

Temps d'établissement (settling time) d'un CNA

Le "settling time" t_s est le temps que met la sortie du CNA pour atteindre sa valeur maximale avec une erreur donnée ϵ lorsque l'entrée saute de 0 (tous les bits à 0) à N_{\max} (tous les bits à 1).

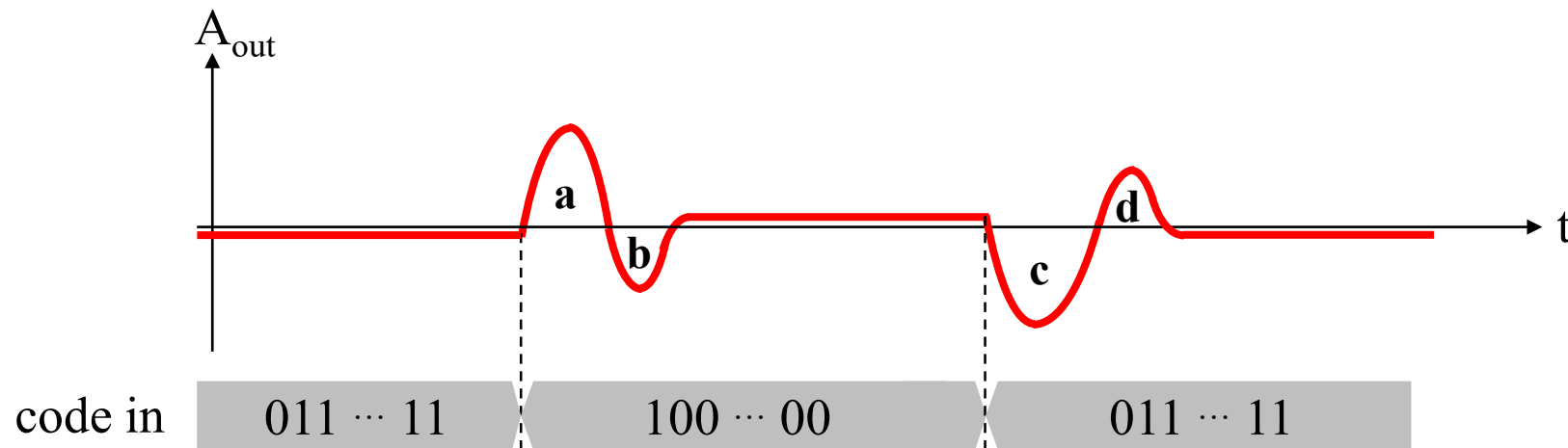


1.5. Paramètres statiques des Convertisseurs

"Glitch impulse" d'un CNA

Bref transitoire lors du changement de code.

Le "glitch" le plus fort est généré au passage à la moitié de la dynamique.



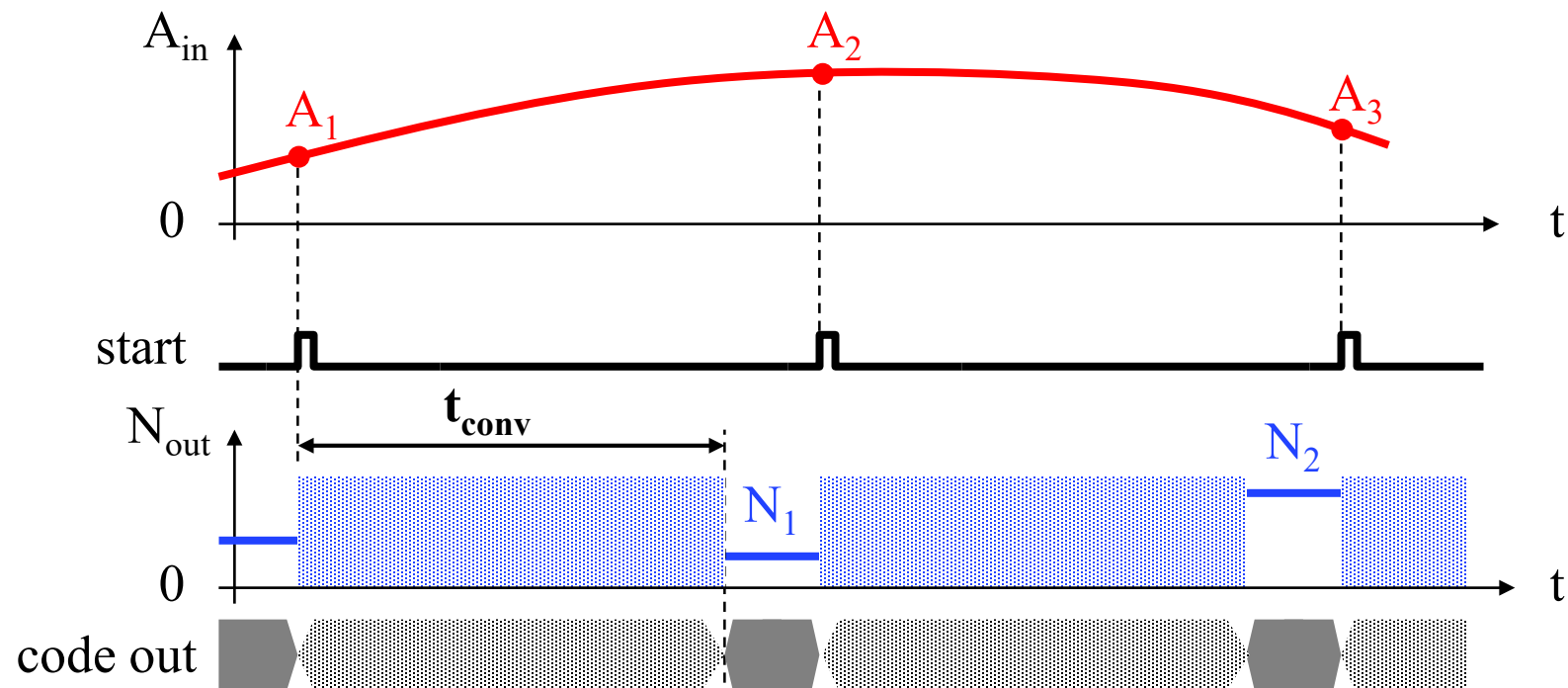
Le "glitch" est spécifié par les surfaces a, b, c et d en $ps \cdot V$ ou $ps \cdot A$.

Il provient principalement du fait que les commutateurs internes ne changent pas tous d'état simultanément, ce qui engendre de brefs états intermédiaires erronés. Il est quantifié par l'impulsion de glitch (énergie) et peut dégrader la précision ainsi que les performances dynamiques, en particulier lors des transitions de codes majeures.

1.5. Paramètres dynamiques des Convertisseurs

Temps de conversion t_{conv} d'un CAN

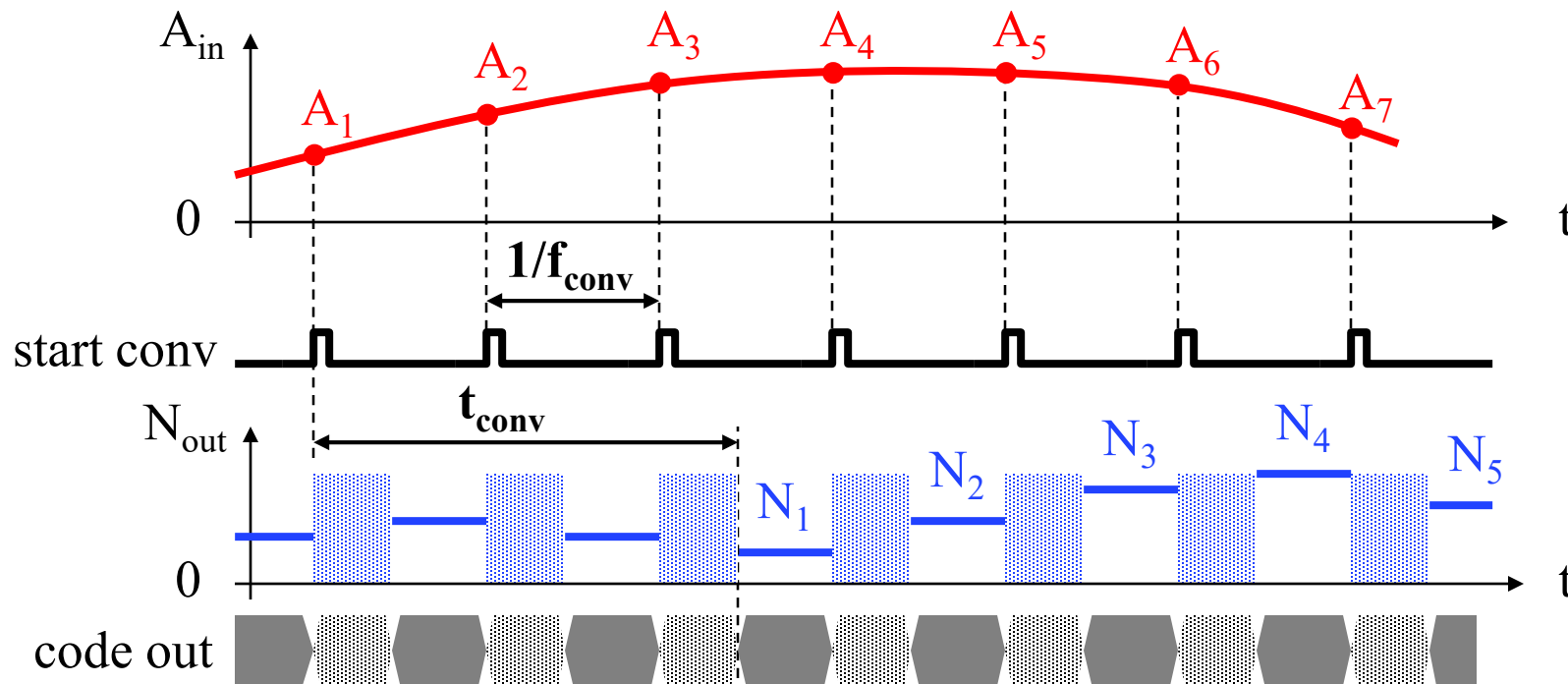
Le temps de conversion est le temps nécessaire pour obtenir une valeur numérique (le code binaire) valide à la sortie, à partir de l'ordre de début de conversion.



1.5. Paramètres dynamiques des Convertisseurs A/N et N/A

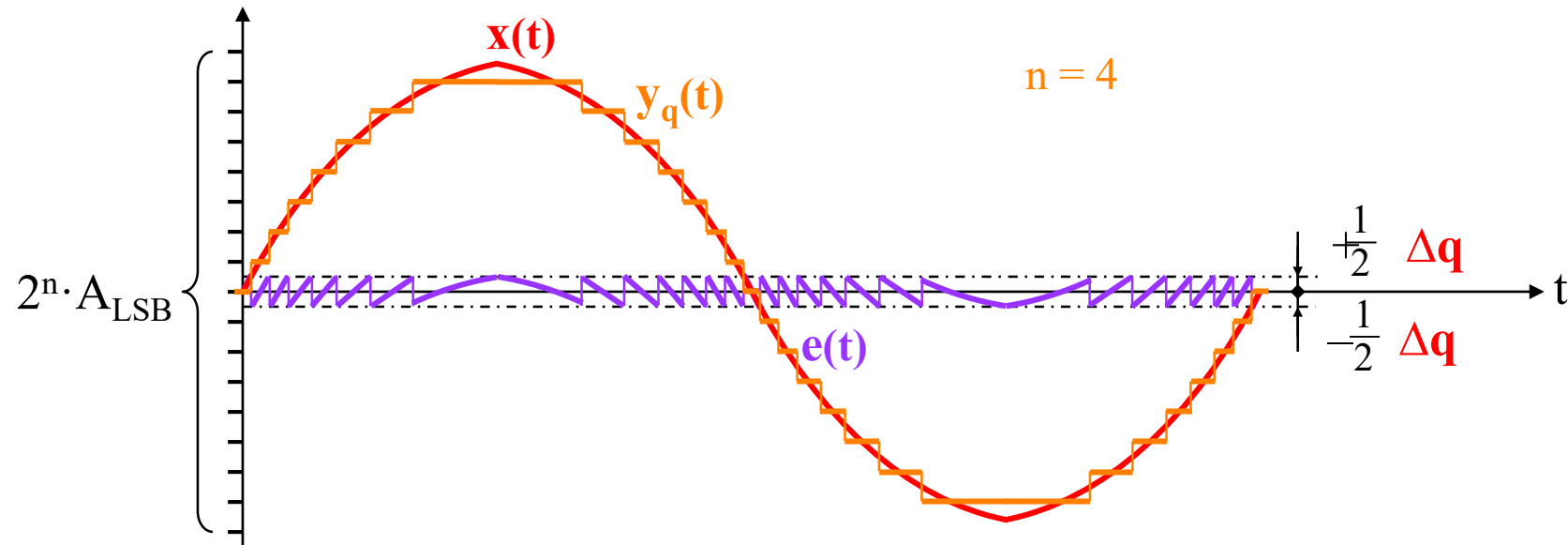
Fréquence de conversion (conversion rate)

La fréquence de conversion, souvent appelée fréquence d'échantillonnage (Samples/s), est le nombre maximum de conversions effectuées par seconde.



1.5. Paramètres dynamiques des Convertisseurs

Rapport signal/bruit



$$e(t) \approx \text{triangle} \Rightarrow e_{\text{RMS}} = \frac{\Delta q}{\sqrt{12}}$$

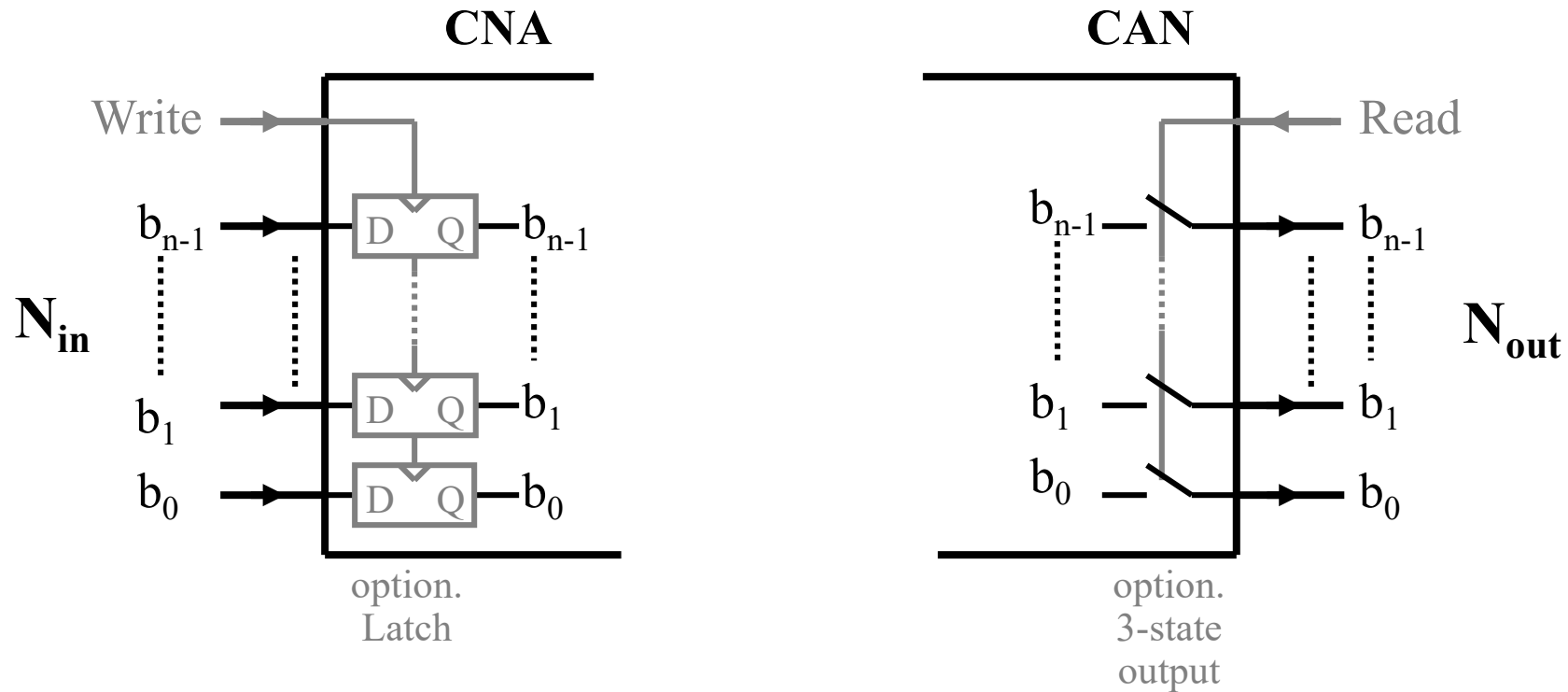
$$x(t) = \text{sinus} \Rightarrow x_{\text{RMS}} = \frac{2^n \cdot \Delta q}{\sqrt{8}}$$

$$\text{SNR}_{\text{db}} = 10 \cdot \log\left(\frac{P_x}{P_e}\right) = 20 \cdot \log\left(\frac{x_{\text{RMS}}}{e_{\text{RMS}}}\right) = 6.02 \cdot n + 1.76$$

1.7. Interface numérique des Convertisseurs

Interface parallèle

Chaque bit a une connexion dédiée. Ils sont tous écrits dans le CNA ou lus sur CAN au même instant.



1.7. Interface numérique des Convertisseurs

Interface série

Les bits sont transmis l'un après l'autre sur une connexion unique.

