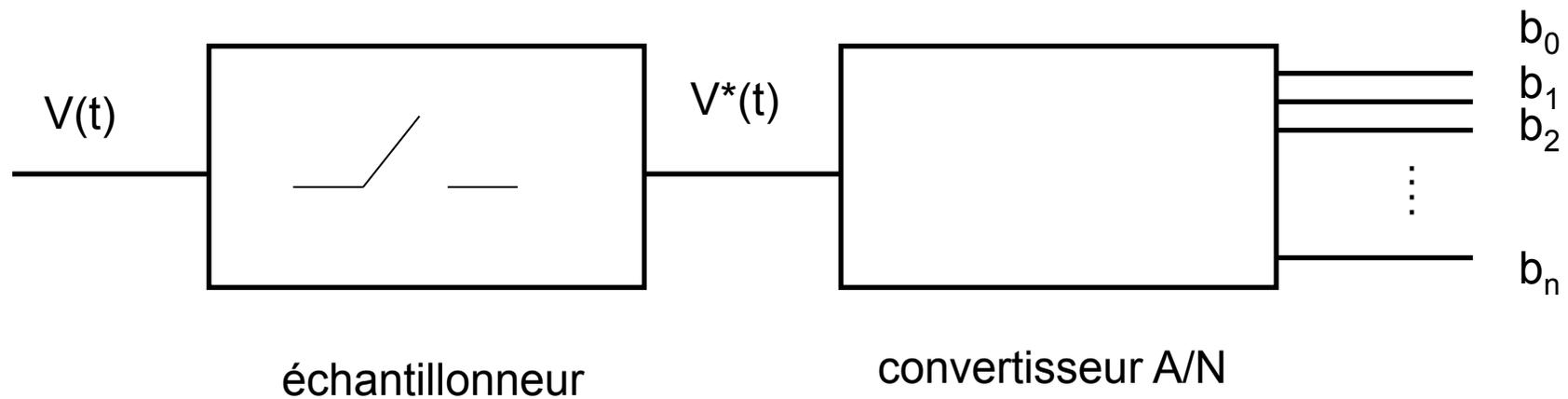


Conversion A/N et N/A

L'électronique moderne est très majoritairement numérique mais le monde réel reste analogique...

Conversion A/N

Transformation d'un signal analogique échantillonné en signal numérique



Convertisseur A/N

Il existe de nombreux types de CAN:

- o les convertisseurs flash (ou parallèle)
- o les convertisseurs à approximations successives
- o les convertisseurs à comptage
- o les convertisseurs sigma-delta
- o ...

Nous présenterons dans un premier temps les caractéristiques générales d'un CAN, puis quelques exemples de CAN

Caractéristiques générales

Full Scale Range (FSR) : dynamique d'entrée (ex: 0 – 10V, -5V – +5V)

Résolution (N) : nombre de bits en sortie

Least Significant Bit (LSB) : bit de poids faible

Most Significant Bit (MSB) : bit de poids fort

Quantum (q) : variation de la tension d'entrée qui correspond à un changement du bit de poids faible

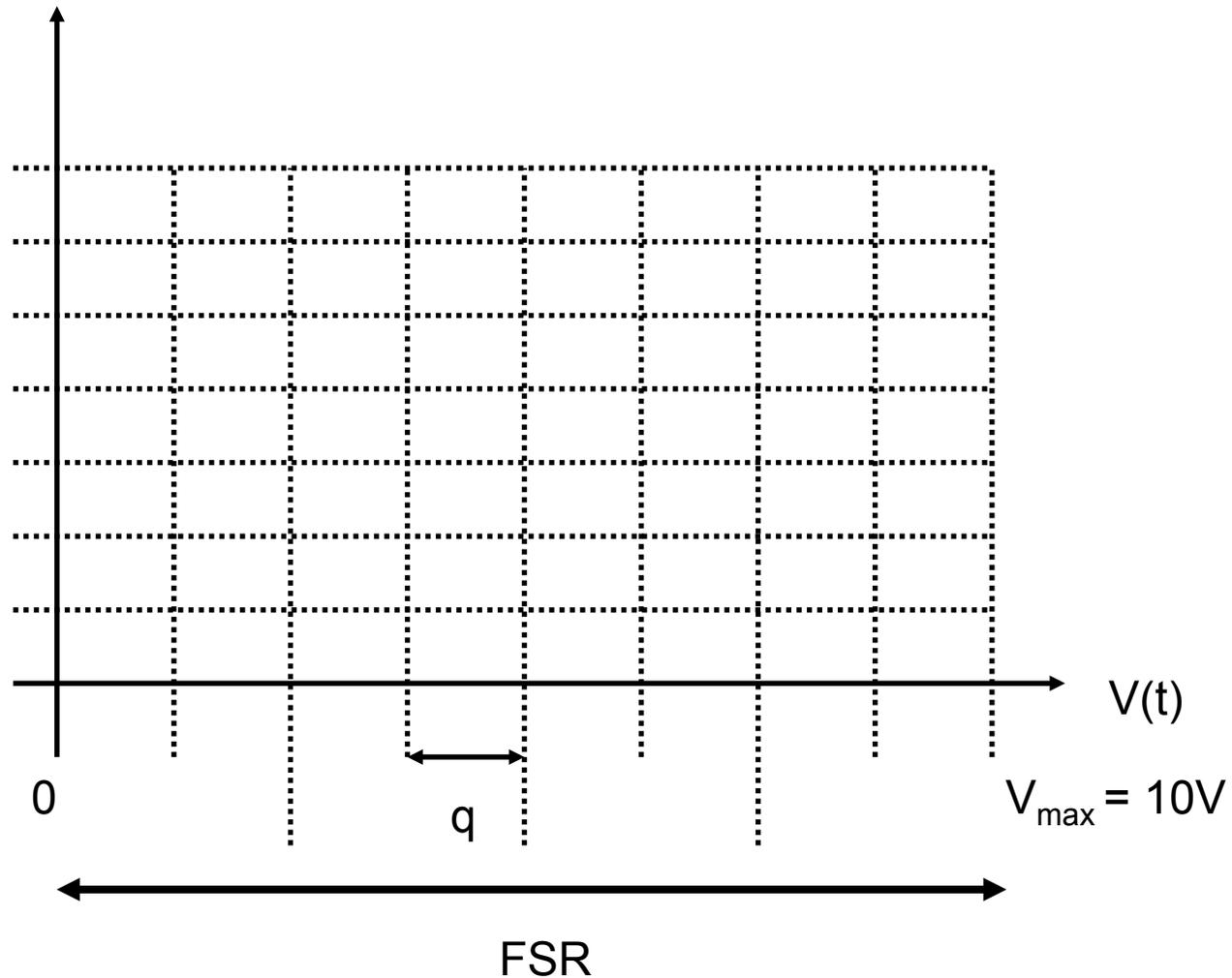
On va illustrer ces définitions sur un exemple : convertisseur 3 bits, 0 – 10V

la caractéristique de transfert

$b_2 b_1 b_0$

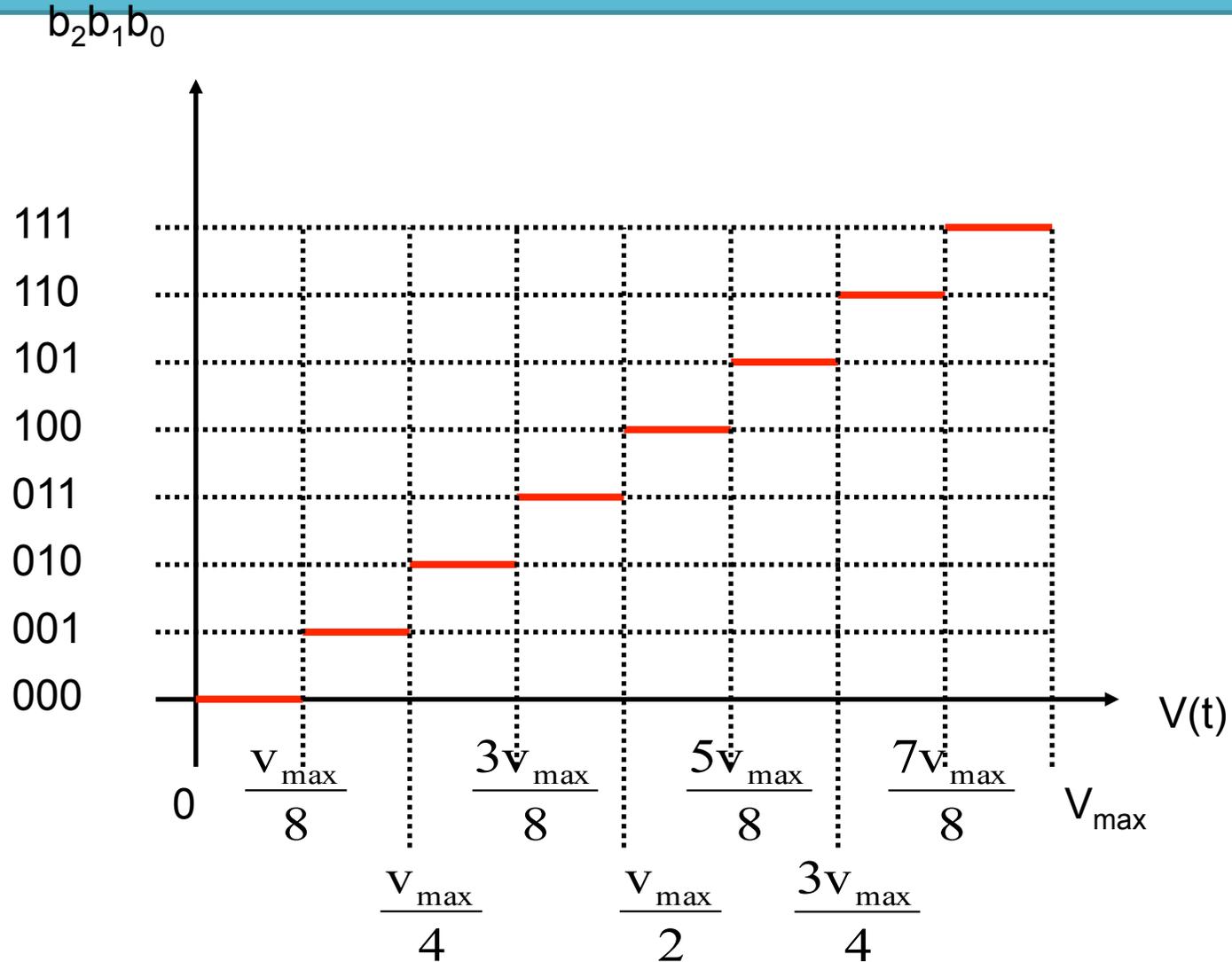
8 valeurs différentes

111
110
101
100
011
010
001
000



$$q = \frac{FSR}{2^N}$$

la caractéristique de transfert



Résolution / quantum

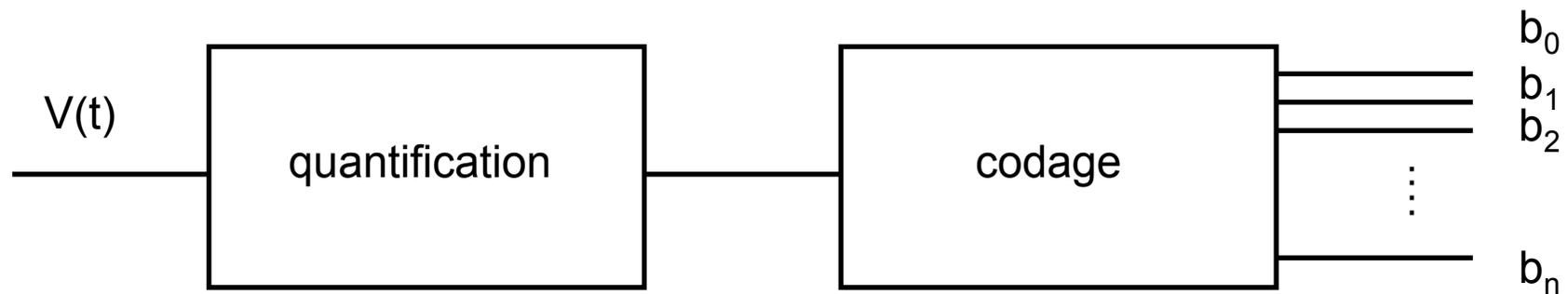
$$q = \frac{\text{FSR}}{2^N}$$

résolution (N)	4	8	12	16
nombre de niveaux	16	256	4096	65536
quantum/FSR	0,06	0,00391	0,00024	1,5E-05
quantum/FSR en %	6,25	0,391	0,024	0,002

Conversion A/N

La conversion d'un signal analogique en signal numérique s'accompagne de 2 phénomènes :

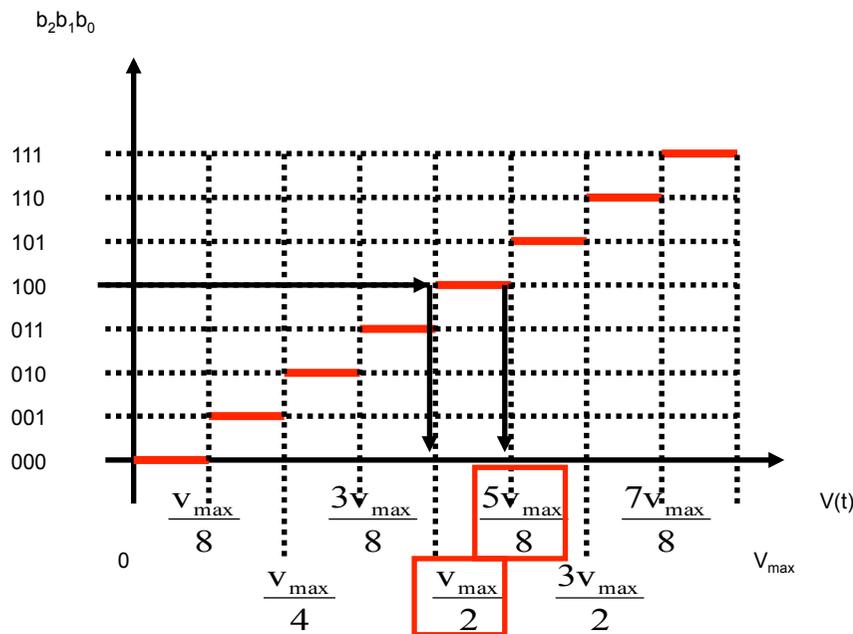
- La quantification du signal
- son codage en numérique



Bruit de quantification

Si la caractéristique de transfert permet d'associer à chaque valeur du signal analogique une valeur du signal numérique, l'inverse n'est pas vraie :

A une valeur du signal de sortie correspond une plage de valeur du signal d'entrée



Par exemple pour $b_2b_1b_0 = 100$

$$V_{max}/2 < v(t) < 5V_{max}/8$$

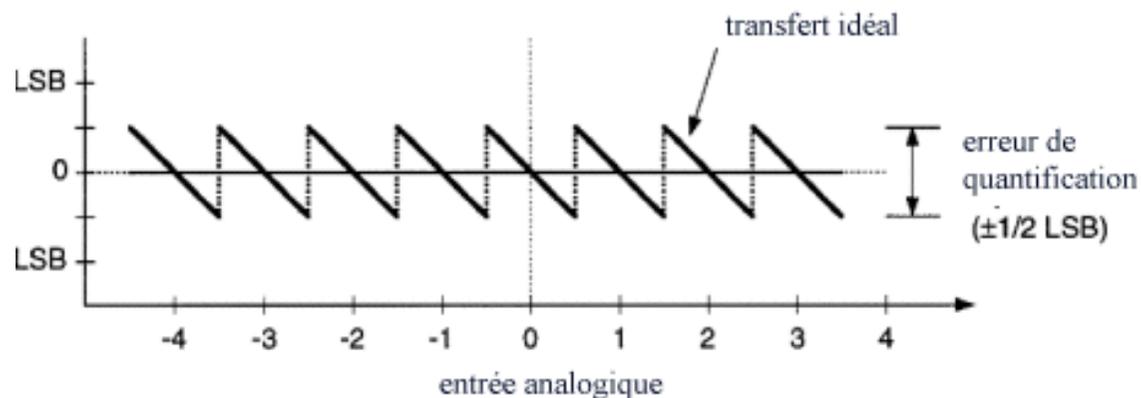
Bruit de quantification

Connaissant le signal de sortie, on ne peut donc pas remonter à la valeur exacte de $v(t)$. On attribue en général la valeur médiane de l'intervalle à laquelle on associe l'erreur max potentiellement commise ou **bruit de quantification**.

$$\frac{V_{\max}}{2} < v(t) < \frac{5V_{\max}}{8} \quad \longleftrightarrow \quad v(t) = \frac{9V_{\max}}{16} \pm \frac{V_{\max}}{16}$$

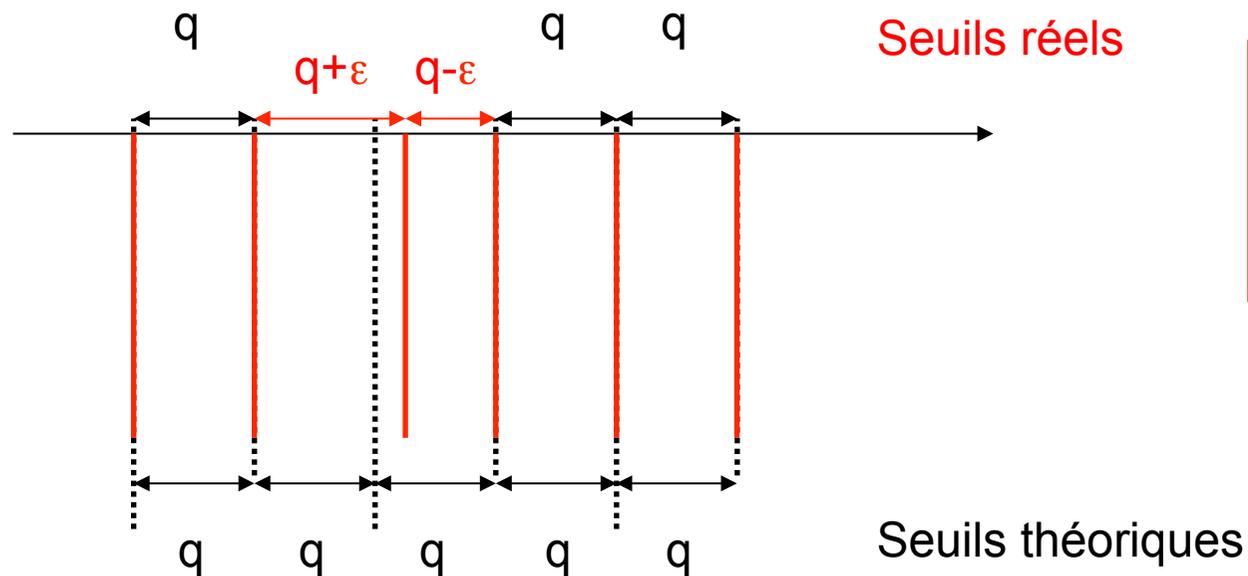
Dans notre exemple l'erreur max est de $(V_{\max} / 16)$

en général on obtient : $\frac{1}{2} q = \frac{1}{2} (\text{FSR}/2^N)$



précision d'un CAN

En principe tous les seuils sont équidistants (q), mais en pratique il arrive que des seuils soient décalés par rapport à leur position supposée. On appelle précision du CAN la valeur max garantie pour ce décalage.



Un bon convertisseur doit avoir une précision meilleure que $\frac{1}{2}$ LSB ($\frac{1}{2} q$)

Temps de conversion

On appelle temps de conversion, le temps nécessaire pour obtenir une sortie stable.

Ce temps est très variable selon les types de CAN, il varie de quelques ns à quelques ms.

On va illustrer par un exemple : le CAN AD7819



**ANALOG
DEVICES**

AD 7819

FEATURES

8-Bit ADC with 4.5 μ s Conversion Time

On-Chip Track and Hold

Operating Supply Range: 2.7 V to 5.5 V

Specifications at 2.7 V – 3.6 V and 5 V \pm 10%

8-Bit Parallel Interface

8-Bit Read

Power Performance

Normal Operation

10.5 mW, $V_{DD} = 3$ V

Automatic Power-Down

57.75 μ W @ 1 kSPS, $V_{DD} = 3$ V

Analog Input Range: 0 V to V_{REF}

Reference Input Range: 1.2 V to V_{DD}

AD 7819

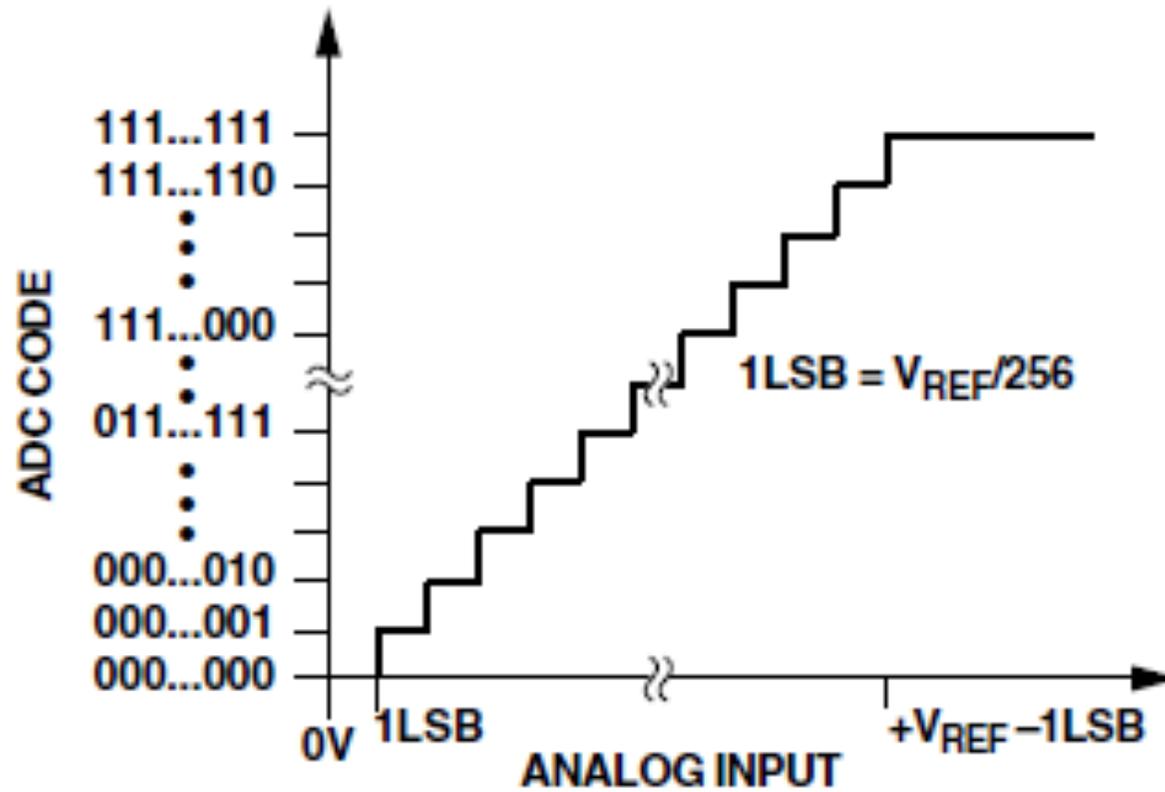


Figure 7. Transfer Characteristic

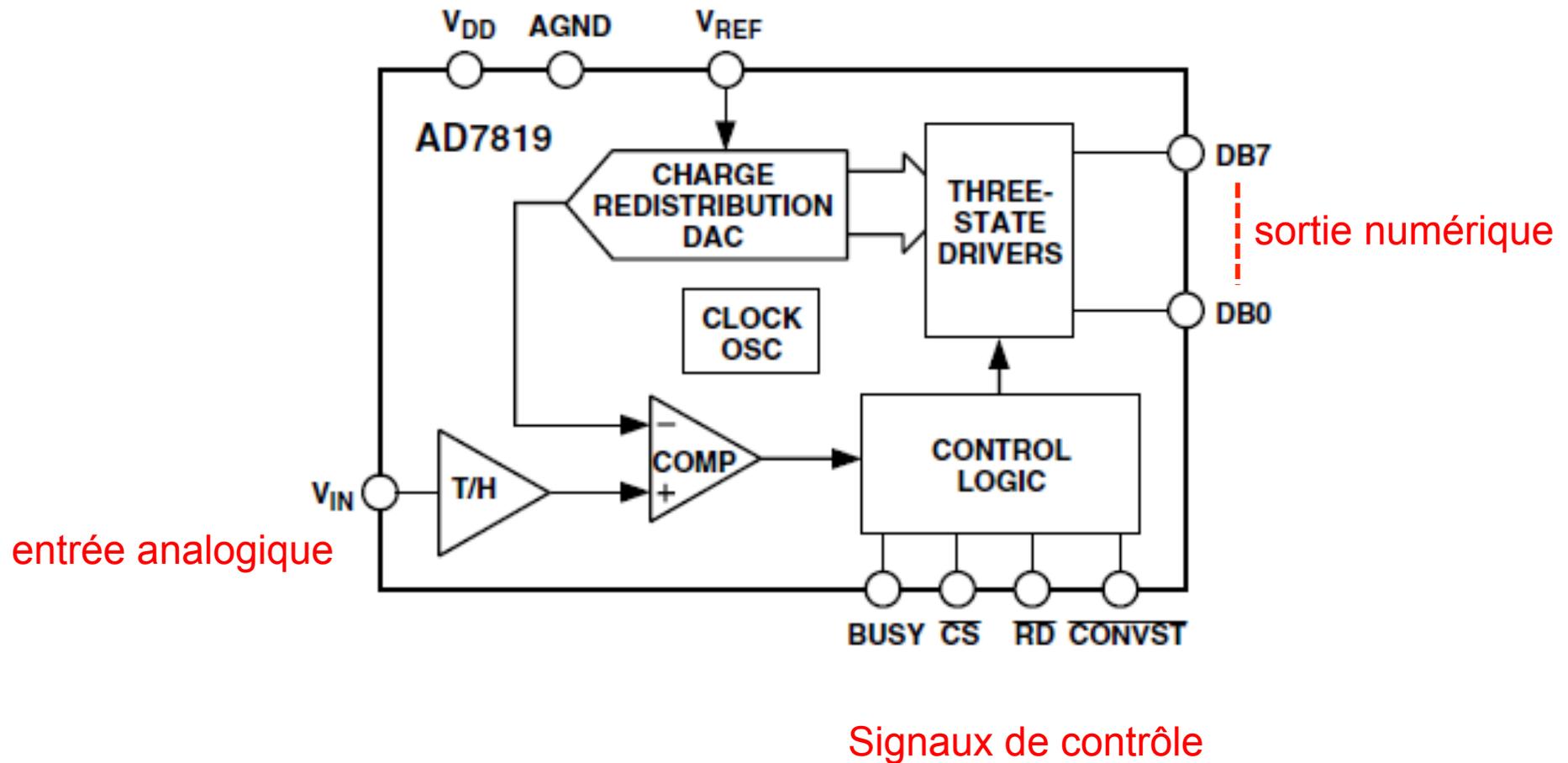
AD 7819

DC ACCURACY

Resolution	8	Bits
Minimum Resolution for Which No Missing Codes Are Guaranteed	8	Bits
Relative Accuracy ¹	± 0.5	LSB max
Differential Nonlinearity (DNL) ¹	± 0.5	LSB max
Total Unadjusted Error ¹	± 1	LSB max
Gain Error ¹	± 0.5	LSB max
Offset Error ¹	± 0.5	LSB max

AD 7819

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM

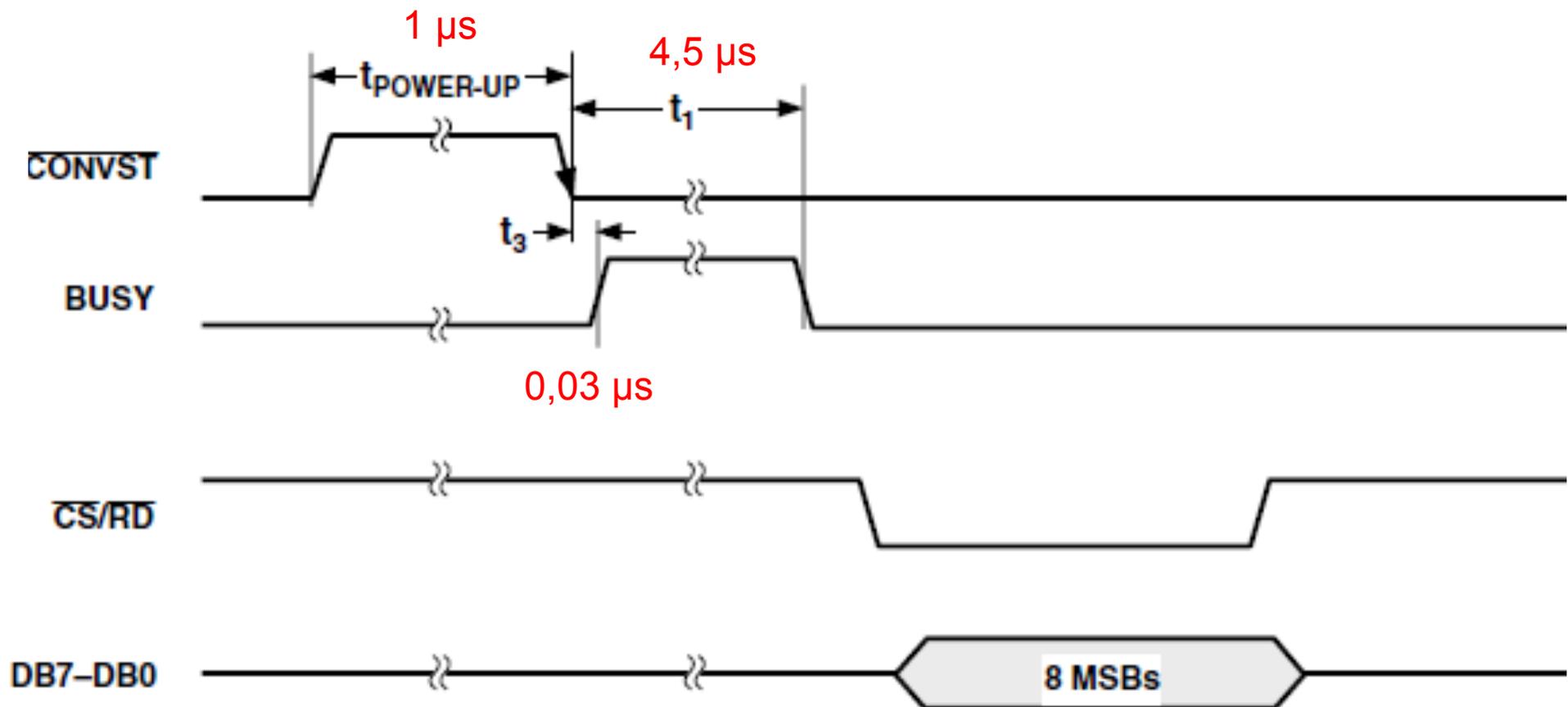


AD 7819

PIN FUNCTION DESCRIPTIONS

Mnemonic	Description
V_{REF}	Reference Input, 1.2 V to V_{DD} .
V_{IN}	Analog Input, 0 V to V_{REF} .
GND	Analog and Digital Ground.
\overline{CONVST}	Convert Start. A low-to-high transition on this pin initiates a 1.5 μ s pulse on an internally generated \overline{CONVST} signal. A high-to-low transition on this line initiates the conversion process if the internal \overline{CONVST} signal is low. Depending on the signal on this pin at the end of a conversion, the AD7819 automatically powers down.
\overline{CS}	Chip Select. This is a logic input. \overline{CS} is used in conjunction with \overline{RD} to enable outputs.
\overline{RD}	Read Pin. This is a logic input. When \overline{CS} is low and \overline{RD} goes low, the DB7–DB0 leave their high impedance state and data is driven onto the data bus.
BUSY	ADC Busy Signal. This is a logic output. This signal goes logic high during the conversion process.
DB0–DB7	Data Bit 0 to 7. These outputs are three-state TTL-compatible.
V_{DD}	Positive power supply voltage, 2.7 V to 5.5 V.

séquencement



Caractérisation d'un CAN

Principales caractéristiques d'un CAN :

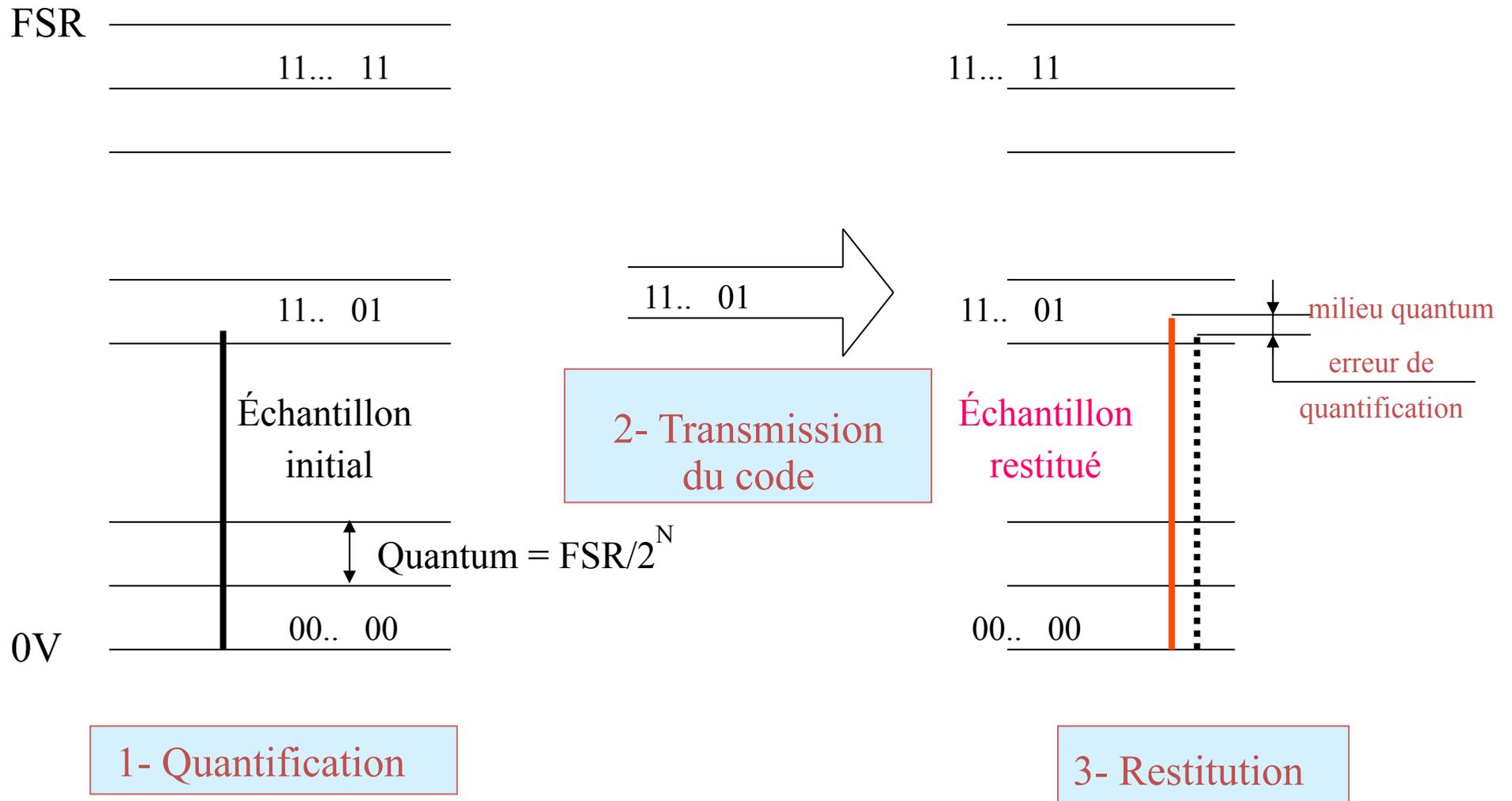
- résolution*
- temps de conversion*
- précision ou encore non linéarités différentielle et intégrale -*

...

Les expériences proposées permettent de :

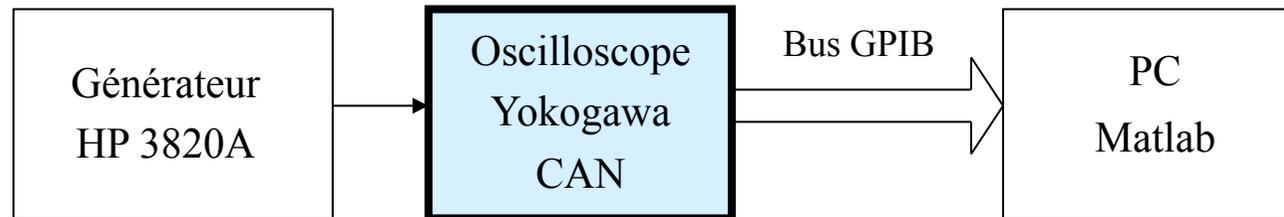
- mettre en évidence le bruit de quantification liée à la résolution*
- mesurer l'intermodulation introduite par les non linéarités*

Comment s'introduit le bruit de quantification ?

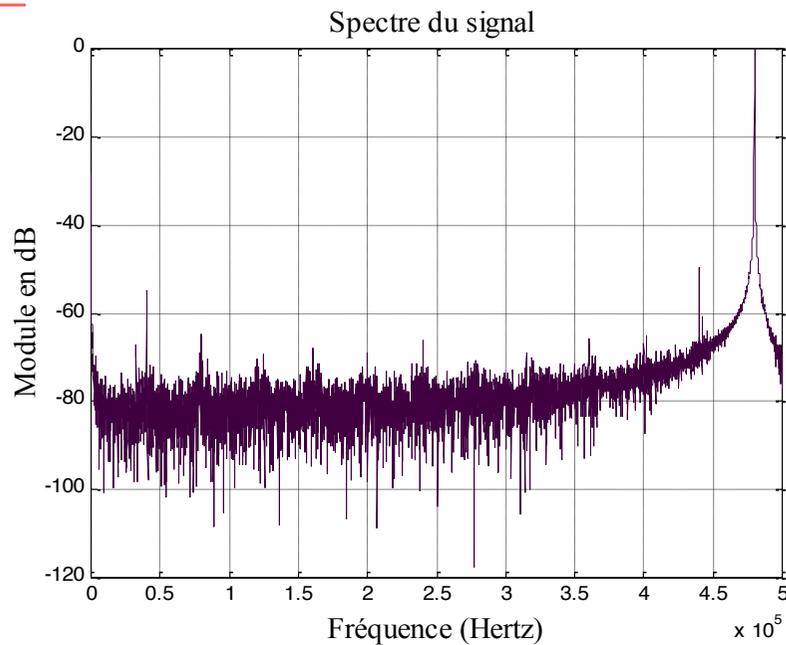


Expérience de mise en évidence du bruit de quantification

L'expérience



Résultat



Plancher de bruit :

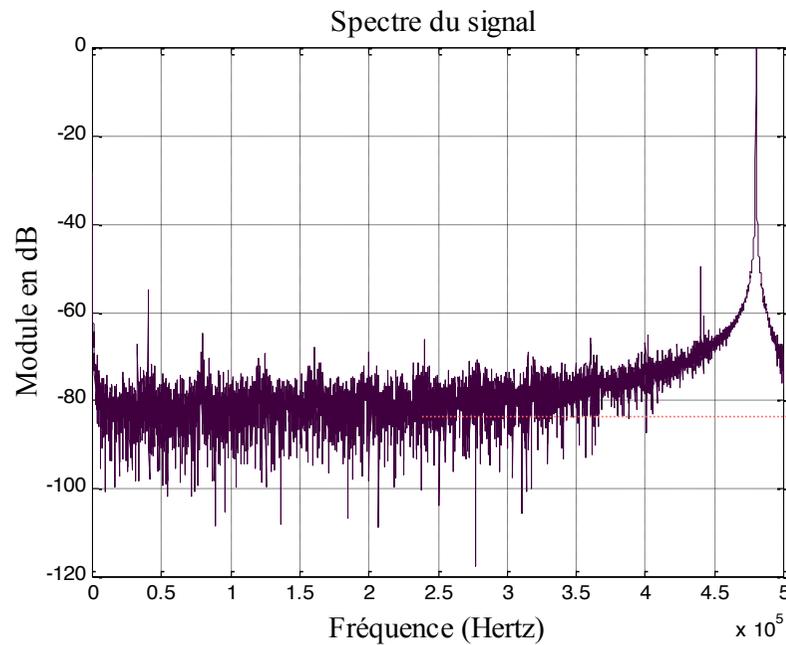
$$6.02N + 1.76 + 10\log(m/2)$$

$N = 8$; nombre de bits de quantification

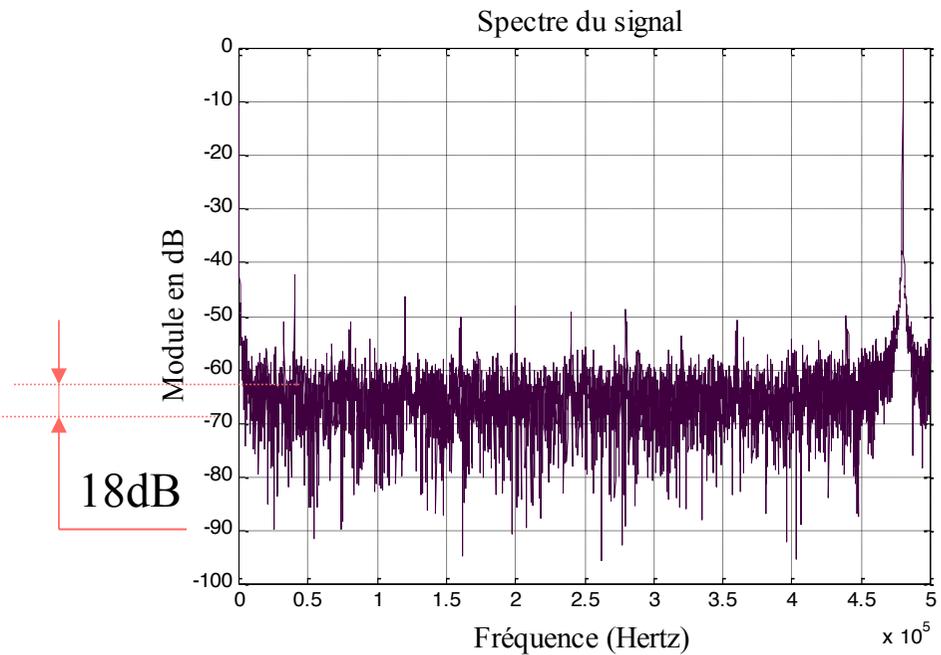
$m = 8192$; nombre de points FFT

Plancher théorique à **-85dB**

Expérience de mise en évidence du bruit de quantification : influence du nombre de bits de conversion



Conversion sur 8 bits

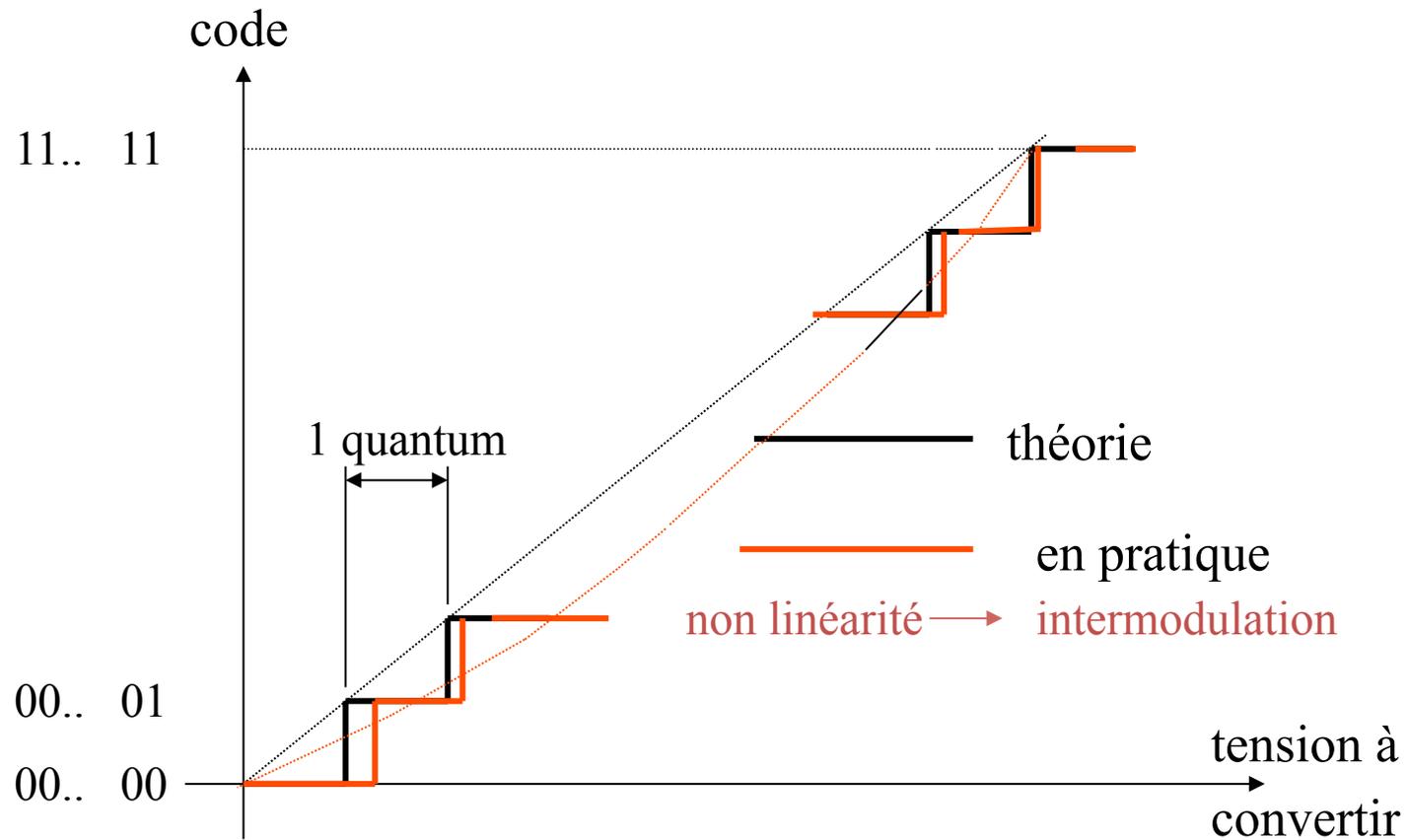


Conversion sur 5 bits

Plancher de bruit : $6.02N+1.76+10\log(m/2)$

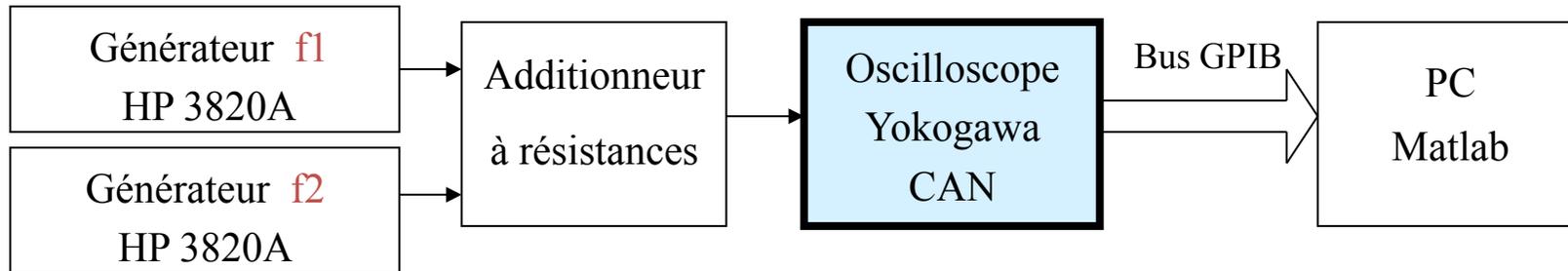
la théorie prévoit une différence de 18 dB

Les non linéarités de la caractéristique de transfert du CAN sont à l'origine de l'intermodulation

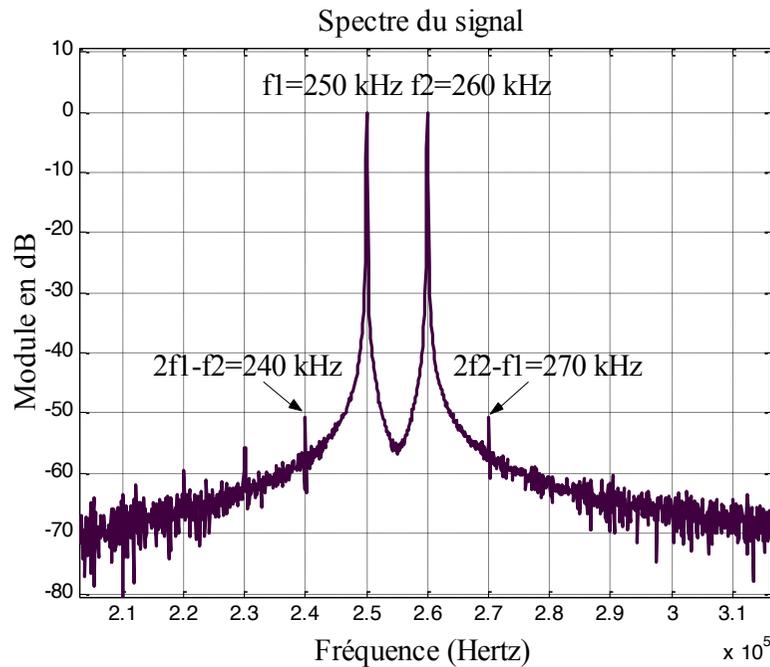


Expérience de mise en évidence de l'intermodulation

L'expérience



Résultat



Les deux fréquences à $(2f_1-f_2)$ et $(2f_2-2f_1)$ sont la signature des non linéarités du CAN

[retour](#)