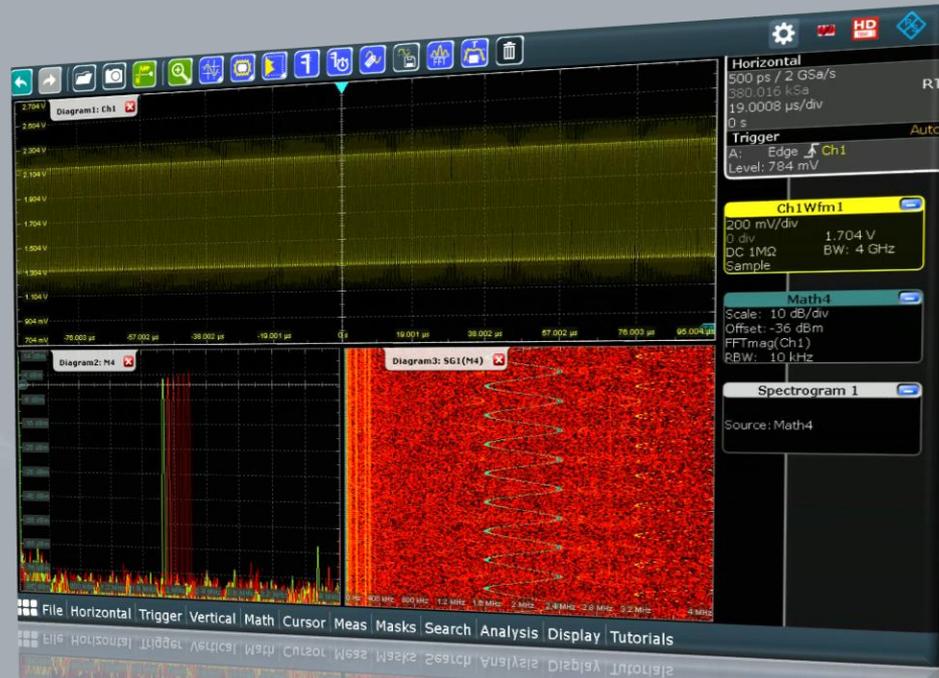


# Sondes pour oscilloscopes

Jean-François Braud  
06.33.19.53.35



# Sondes pour oscilloscopes

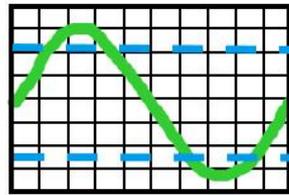
- Généralités et précautions de mesure
- Sondes passives
- Sondes actives
- Sondes différentielles
- Sondes hautes tensions
- Sondes de courant
- Sondes spécifiques



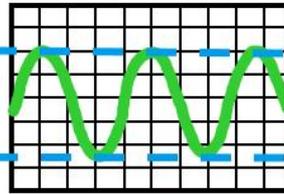
# Généralités et précautions de mesure

## Bande passante d'un oscilloscope

- Spécifiée à  $-3\text{dB}$

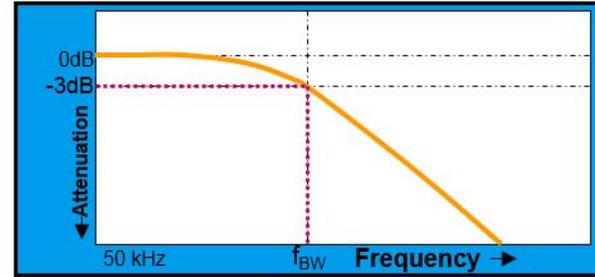


0 dB  
at 50 kHz



- 3 dB  
at 1 GHz

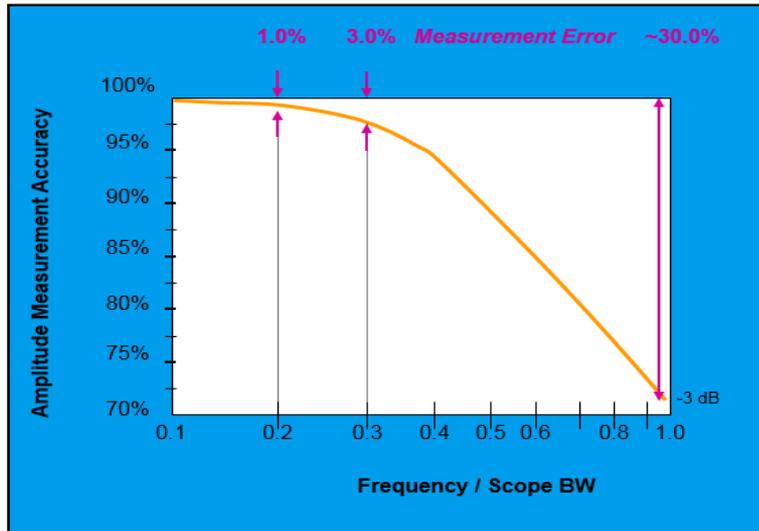
70%



# Généralités et précautions de mesure

## Bande passante d'un oscilloscope

- Pour un signal sinusoïdal, l'erreur de mesure peut donc aller jusqu'à - 30% à la fréquence de coupure... Il faut se situer au tiers de la bande passante totale pour une bonne précision (< 3%),



Attenuation [dB]:

$$20 \cdot \log \frac{U_{measure}}{U_{DUT}}$$

$$20 \cdot \log 0.707 = -3dB$$

Amplitude Error	Amplitude Accuracy	Attenuation dB
1 %	99 %	-0.09 dB
3 %	97 %	-0.26dB
5%	95%	-0.45dB
10%	90 %	-0.9 dB

# Généralités et précautions de mesure

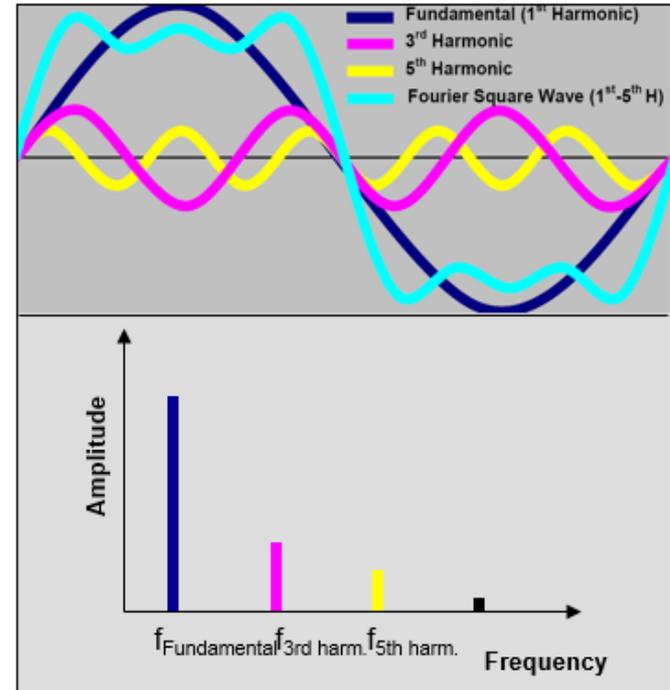
## Bande passante d'un oscilloscope

- Néanmoins, les signaux réels sont une décomposition en série de Fourier.
- Pour un signal carré, des harmoniques impaires sont à considérer

### Rule of thumb:

$$BW_{\text{Scope}} = 3 \dots 5x f_{\text{max}} \text{ of Test Signal}$$

- Pour visualiser parfaitement un signal de 10 Mhz, il est nécessaire d'utiliser un oscilloscope de 150 à 350 Mhz

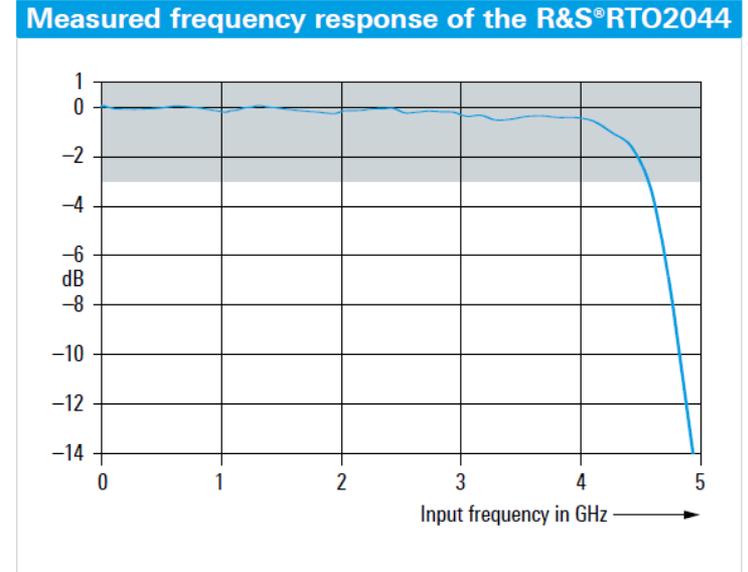


# Généralités et précautions de mesure

## Bande passante d'un oscilloscope

- Le temps de montée de l'oscilloscope dépend aussi de la bande passante.
- Le risetime de l'oscilloscope peut se calculer:
$$t_r = 0,35 / BW$$
- Les oscilloscopes modernes haut de gamme ont une réponse en fréquence plus sélective, et cette règle ne s'applique plus. Il faut alors lire la valeur dans la datasheet;

Rise time/fall time	10 % to 90 % at 50 $\Omega$ (calculated)	
	R&S®RTO2002 and R&S®RTO2004	583 ps
	R&S®RTO2012 and R&S®RTO2014	350 ps
	R&S®RTO2022 and R&S®RTO2024	175 ps
	R&S®RTO2032 and R&S®RTO2034	116 ps
	R&S®RTO2044	100 ps



# Généralités et précautions de mesure

## Bande passante d'un oscilloscope

- La mesure d'un temps de montée dépend donc de la bande passante de l'oscilloscope

$$t_{\text{rise\_measure}}^2 = t_{\text{rise\_intrinsic}}^2 + t_{\text{rise\_signal}}^2$$

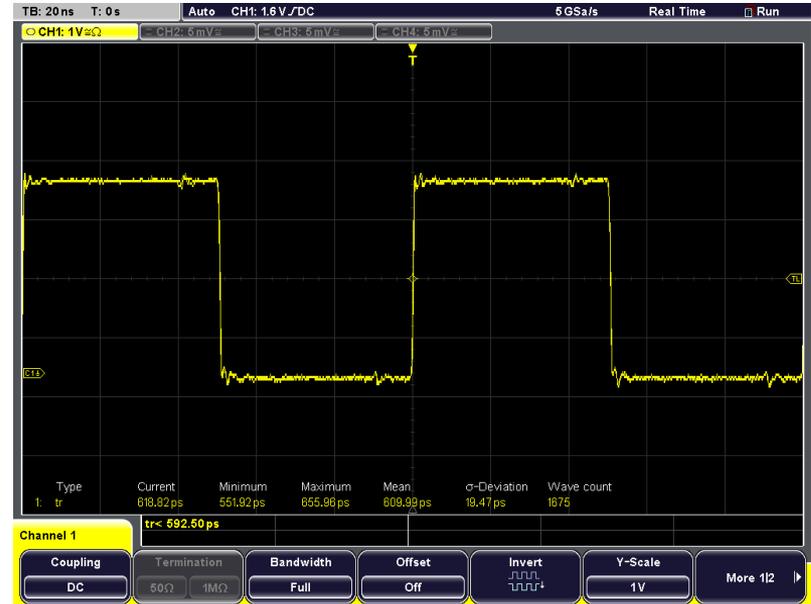
- Pour un signal de 10 MHz dont le temps de montée (estimé) est inférieur à 350 ps
  - RTO2044 (4 GHz) mesure  $\sqrt{(100 \text{ ps}^2 + 350 \text{ ps}^2)} = 364 \text{ ps}$
  - RTM2054 (500 MHz) mesure  $\sqrt{(700 \text{ ps}^2 + 350 \text{ ps}^2)} = 782 \text{ ps}$  (610 ps si  $t_r = 500 \text{ ps} < 700 \text{ ps}$ )

Rise time (calculated)	R&S®RTM2022 and R&S®RTM2024	< 1.75 ns
	R&S®RTM2032 and R&S®RTM2034	< 1 ns
	R&S®RTM2052 and R&S®RTM2054	< 700 ps
	R&S®RTM2102 and R&S®RTM2104	< 350 ps



# Généralités et précautions de mesure

## Bande passante d'un oscilloscope



# Généralités et précautions de mesure

## Bande passante d'un système

- La limitation de la bande passante est aussi liée aux sondes, ou au système de prélèvement du signal.

$$(1/BW_{\text{system}}) = \sqrt{(1/BW_{\text{probe}})^2 + (1/BW_{\text{scope}})^2}$$

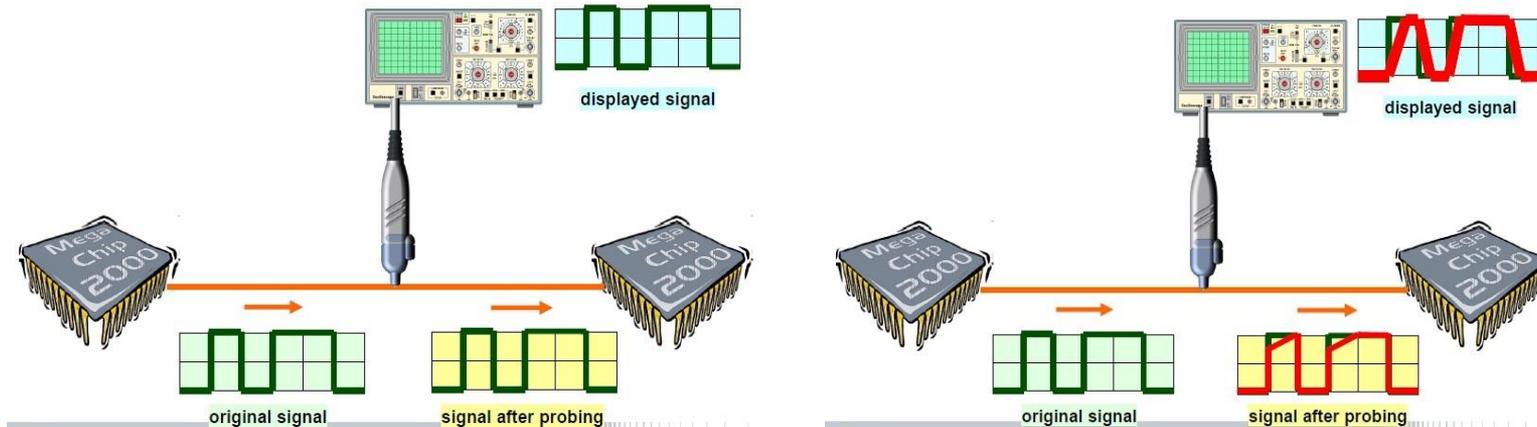
- Il est recommandé d'utiliser une sonde X1.5 la bande de l'oscilloscope afin de ne pas réduire la fréquence de coupure du système.
  - Oscilloscope 1 GHz, sonde 1.5 GHz → 830 MHz
  - Oscilloscope 1 GHz, sonde 1 GHz → 707 MHz
  - Oscilloscope 1 GHz, sonde 0.5 GHz → 447 MHz



# Généralités et précautions de mesure

## Impédance de charge

- Aucune sonde n'est idéale
- La qualité de la sonde est aussi importante que l'oscilloscope lui-même
- La charge de la sonde influence le signal (capacité d'entrée)
- Le positionnement de la sonde impacte aussi la mesure.

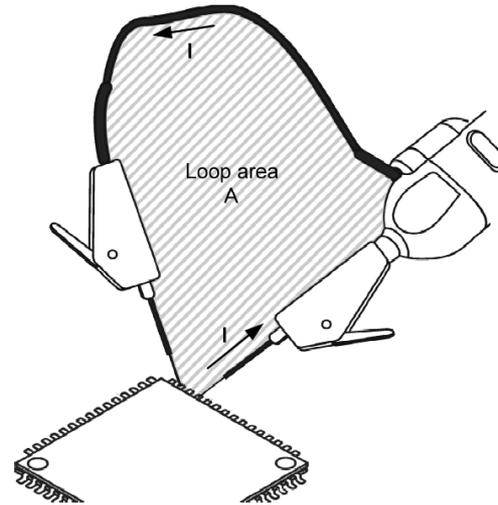


# Généralités et précautions de mesure

## Prélèvement du signal

- Une masse longue crée une inductance
- Réduisent la bande passante
- Causes des rebonds...

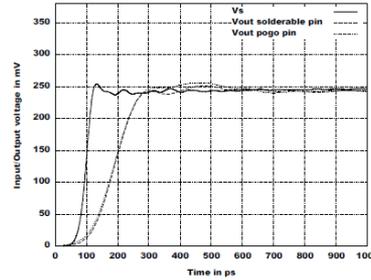
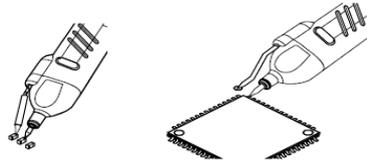
$$L_{con} \text{ proportional to } A$$
$$f_{resonance} \approx \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{con} \cdot C_{in}}}$$
$$BW \text{ proportional to } \frac{1}{\sqrt{L_{con}}}$$



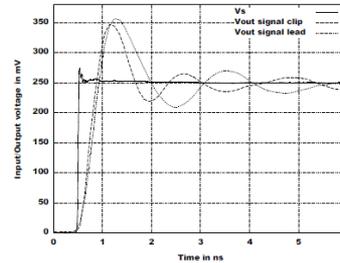
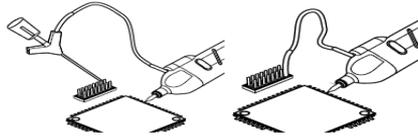
# Généralités et précautions de mesure

## Prélèvement du signal

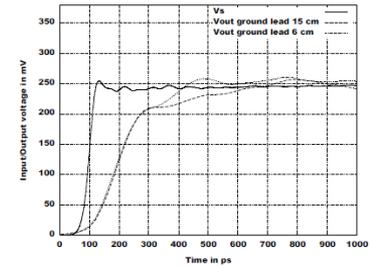
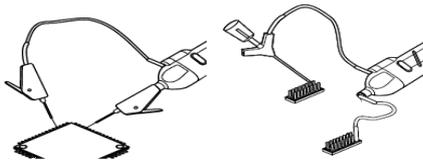
Signal pin, ground pin  
 $\approx 4\text{nH}$   
 $t_r < 300\text{ps}$   
 $Bw > 1\text{ GHz}$



Signal pin, ground lead  
 $\approx 20\text{ nH}$   
 $t_r < 300\text{ps}$   
 $Bw \approx 1\text{ GHz}$

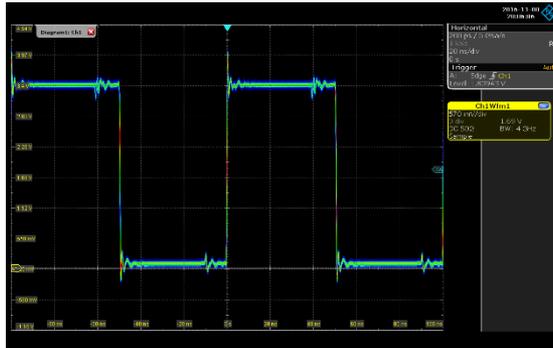


Signal lead, ground lead  
 $\approx 60\text{ nH}$   
 $t_r < 300\text{ps}$   
 $Bw < 0.7\text{ GHz}$



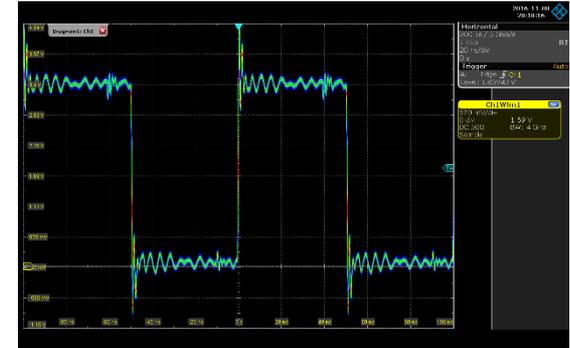
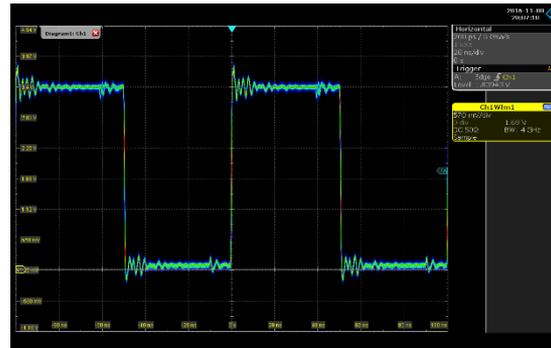
# Généralités et précautions de mesure

## Prélèvement du signal



Signal pin, ground pin  
 $\approx 4\text{nH}$   
 $t_r < 300\text{ps}$   
 $Bw > 1\text{ GHz}$

Signal pin, ground lead  
 $\approx 20\text{ nH}$   
 $t_r < 300\text{ps}$   
 $Bw \approx 1\text{ GHz}$



Signal lead, ground lead  
 $\approx 60\text{ nH}$   
 $t_r < 300\text{ps}$   
 $Bw < 0.7\text{ GHz}$

# Généralités et précautions de mesure

## Différentes sondes



Passive probes



Active probes



Differential probes



Multi-channel power probes



High Voltage probes



Current Probes



Modular broadband probes



Power Rail probes



# Généralités et précautions de mesure

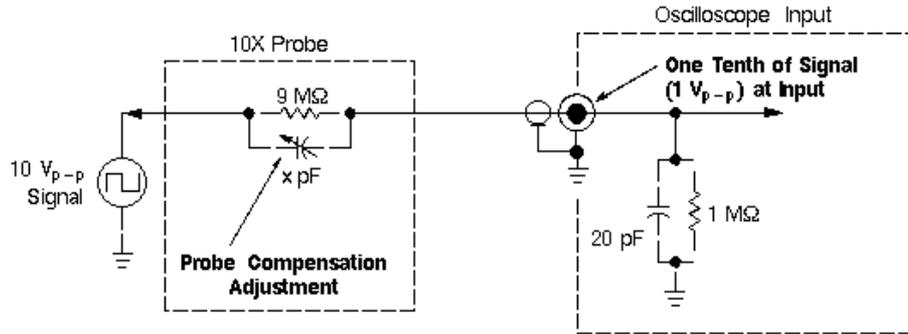
## Choix d'une sonde

- Bande passante
  - De quelques MHz à plusieurs GHz
- Tension ou courant maximum
  - Du  $\mu\text{A}$  à plusieurs kV
- Dynamique nécessaire
  - Pour les transitions rapides
- Connexion physique
  - Mode commun ou différentiel, avec point test ou a souder...
- Charge minimale du circuit
  - Impédance
- Intégrité du signal

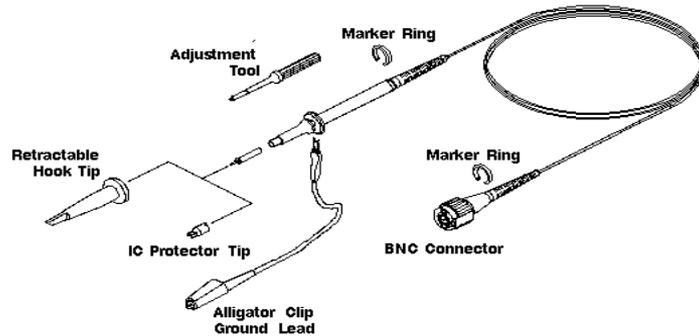


# Sondes passives

## Principe



Modélisation simple d'une sonde 10 pour 1 et de l'entrée d'un oscilloscope



Sonde passive typique avec ses accessoires

# Sondes passives

## Haute impédance, 10:1

### ■ Entrée haute impédance de l'oscilloscope

- Pas de composant actif
- Atténuation 10:1

### ■ Avantages

- Grande dynamique jusqu'à 1000 V (RMS)
- Robustesse mécanique et électrique
- R élevé et C faible comparé à une sonde 1:1
- Connecteur BNC pour un usage universel
- Prix

### ■ Inconvénients

- Impédance varie significativement en fonction de la fréquence
- Limité  $\leq 500$  MHz



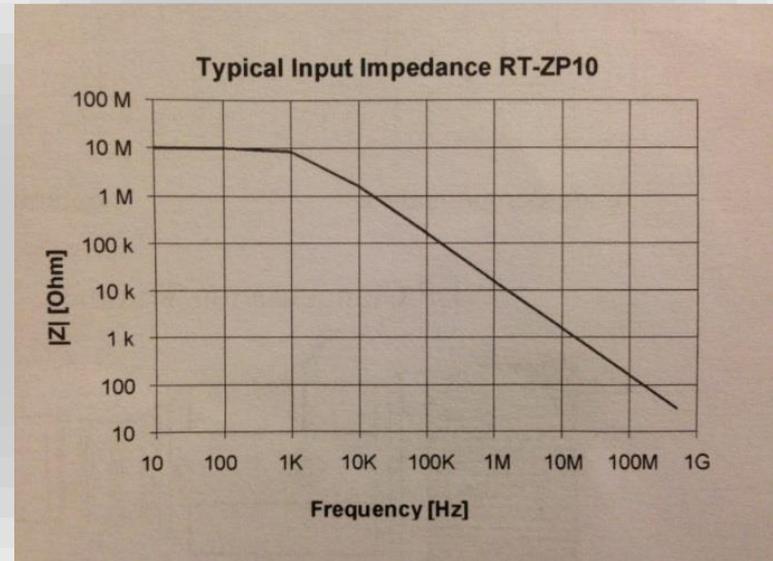
R&S®RT-ZP10



# Sondes passives

## Haute impédance, 10:1

L'impédance d'entrée décroît en fréquence



BANDWIDTH ▼

500 MHz

MAXIMUM VOLTAGE ▼

400 V (RMS)  
300 V (RMS) (CAT II)

ATTENUATION FACTOR

10:1

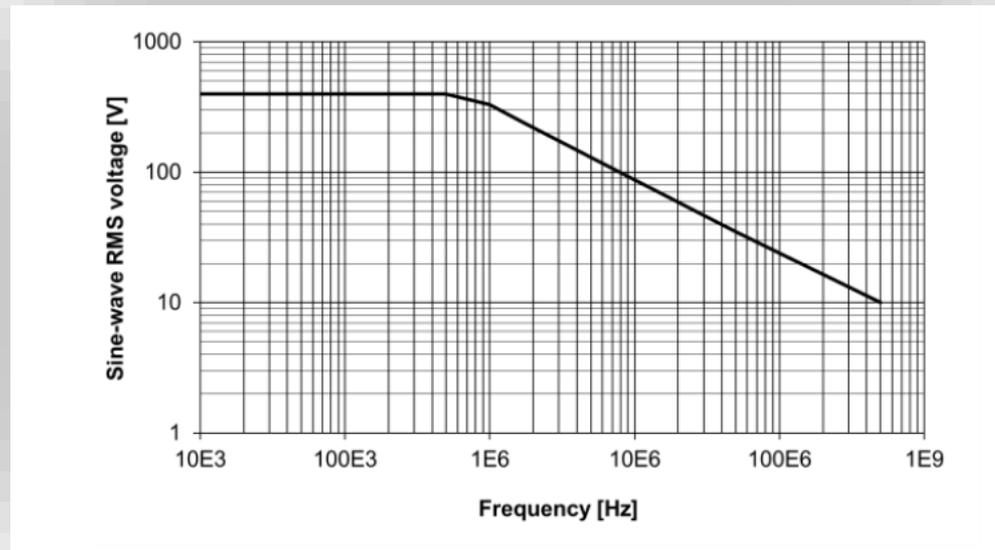
INPUT IMPEDANCE

10 MΩ || 9.5 pF

# Sondes passives

## Haute impédance, 10:1

La tension maximal admissible décroît en fréquence



BANDWIDTH ▼

500 MHz

MAXIMUM VOLTAGE ▼

400 V (RMS)  
300 V (RMS) (CAT II)

ATTENUATION FACTOR

10:1

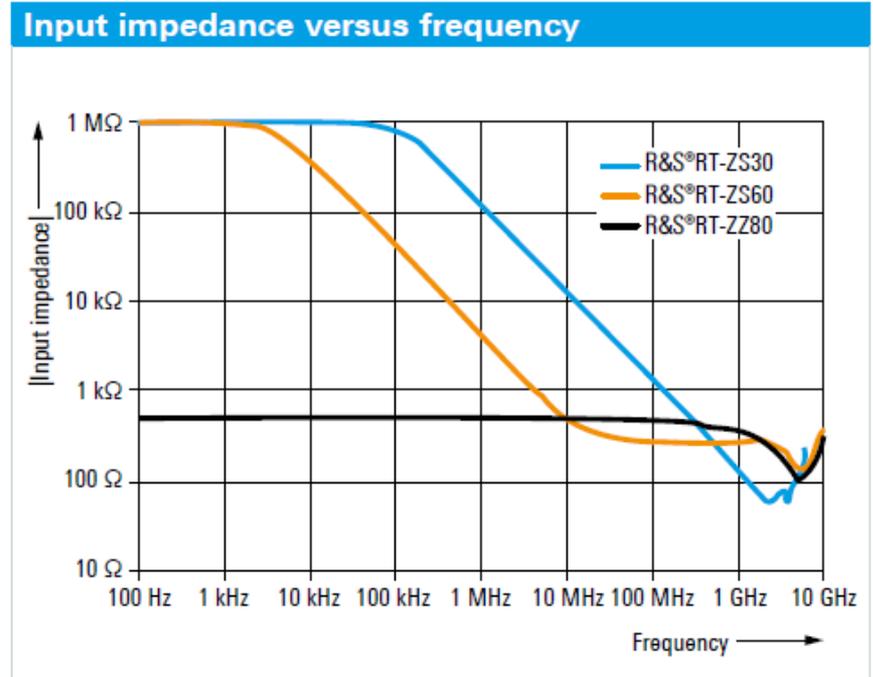
INPUT IMPEDANCE

10 MΩ || 9.5 pF

# Sondes passives

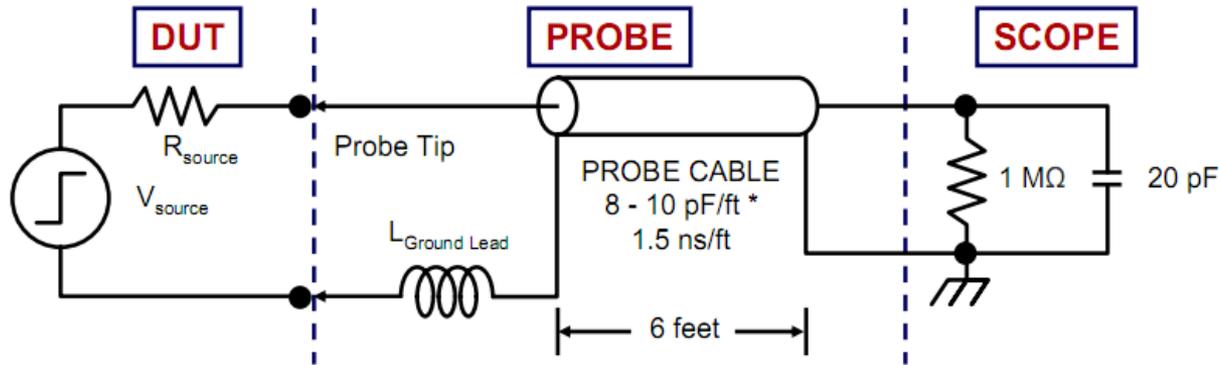
## Faible impédance, 10:1

- Entrée 50  $\Omega$  de l'oscilloscope
  - Faible variation de l'impédance en fonction de la fréquence
  - La charge de la source est significative
  - Bande passante 8 GHz
  - Rise time < 60 ps
  - 20 V rms Max



# Sondes passives

Haute impédance, 1:1



R&S@RT-ZP1X



# Sondes passives

## Haute impédance, 1:1

- Entrée 1 M $\Omega$  de l'oscilloscope
  - Faible bruit (pas d'atténuation)
  - Grande sensibilité (pas d'atténuation)
  - Bande passante > 38 MHz (filtre le bruit HF)
  - Rise time < 9 ns
  - 55 V rms Max
  - Couplage DC – AC (zoom sur les grands offsets)
- Economique
- Robuste



# Sondes passives

## Haute impédance, 1:1



### ■ Mesure de petits signaux

- Bruit divisé par 10 par rapport aux sondes standard passives 10:1
- Mesure le signal, pas le bruit de la sonde

# Sondes passives

## Haute impédance, 1:1

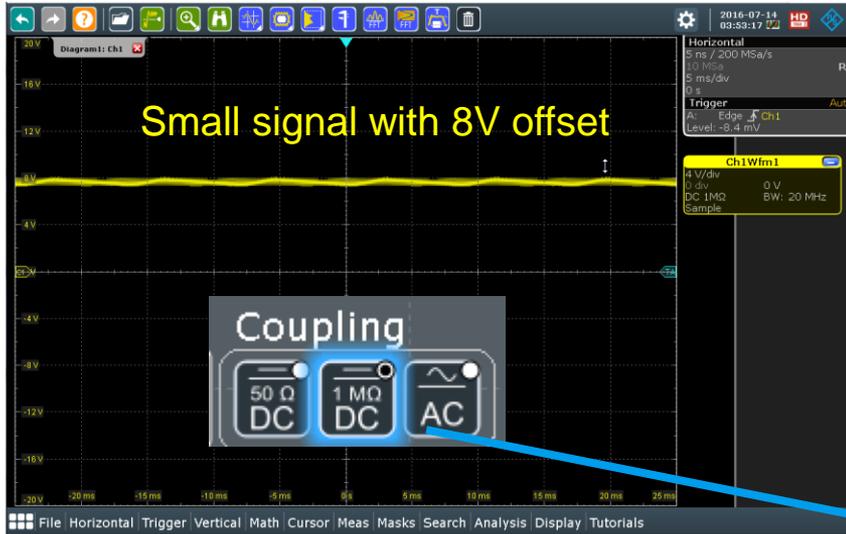


- 1:1 permet le calibre de 1mV/div
- 10:1 permet le calibre de 10 mV/div

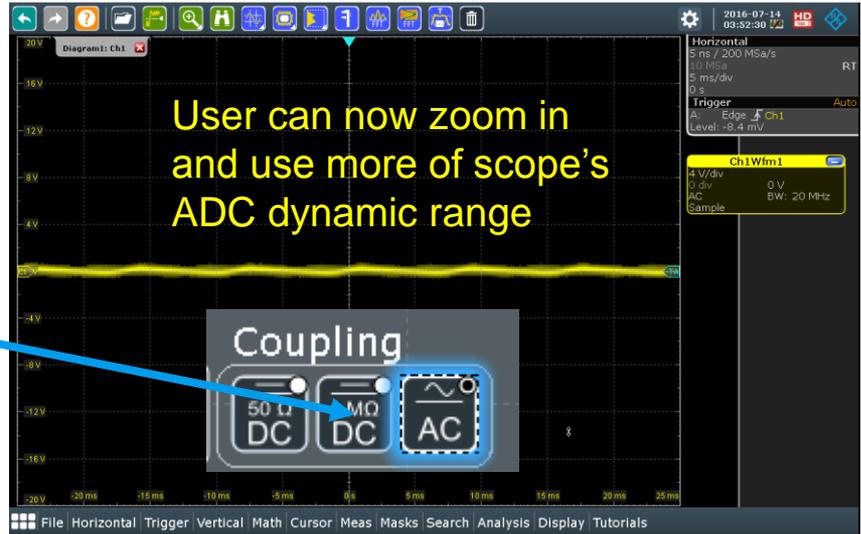
Utilisez la dynamique de l'ADC pour la mesure de petits signaux

# Sondes passives

## Haute impédance, 1:1

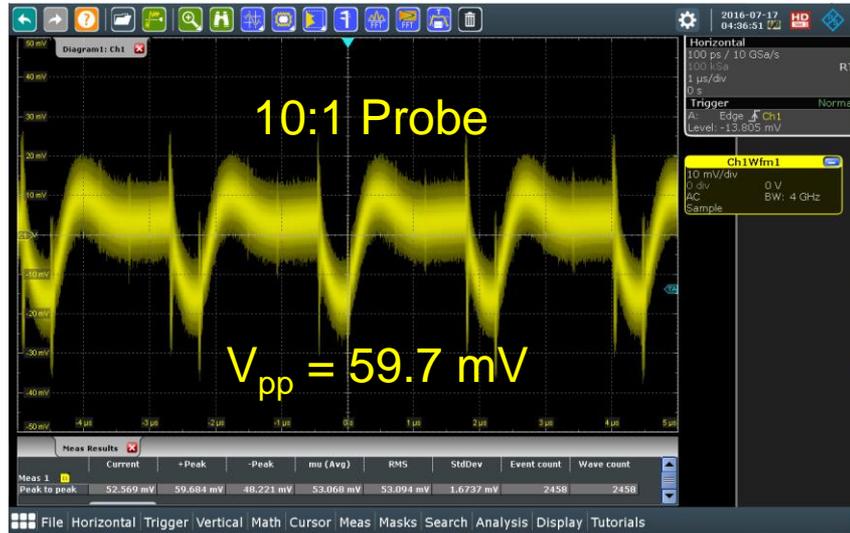


- Le couplage AC permet de zoomer sur le détail malgré de grands offsets

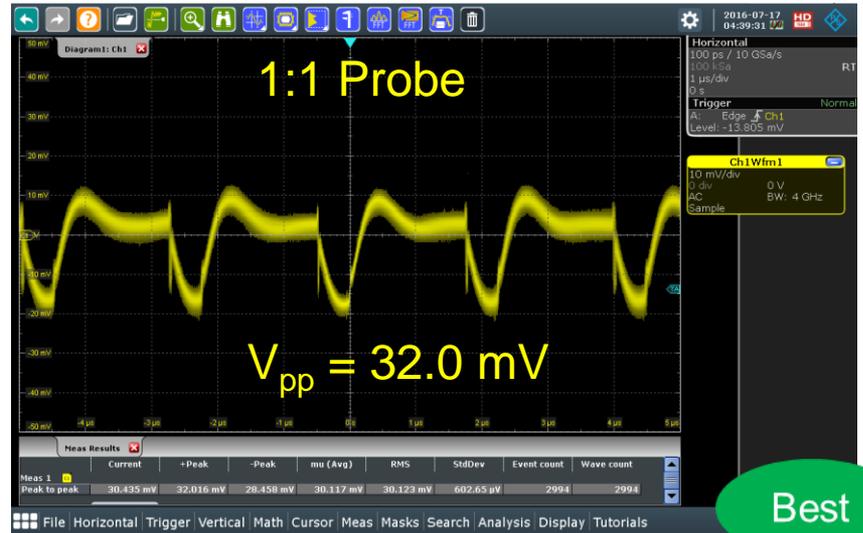


# Sondes passives

## Haute impédance, 1:1



10:1 Probe



Best

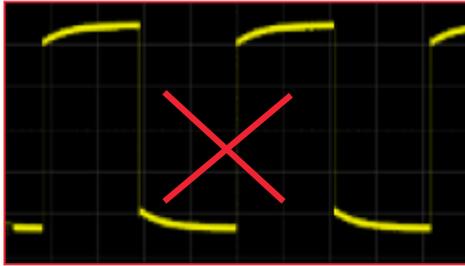
1:1 Probe

Couplage AC pour les deux mesures

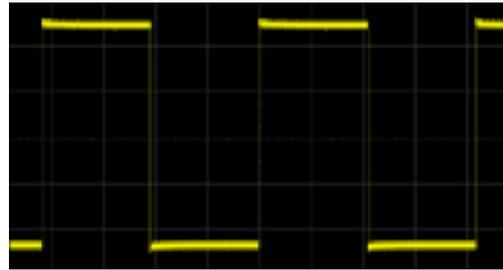
Moins de bruit → Meilleures mesures

# Sondes passives

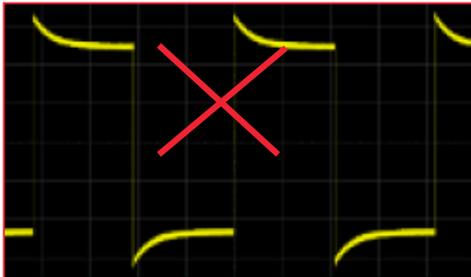
## Compensation



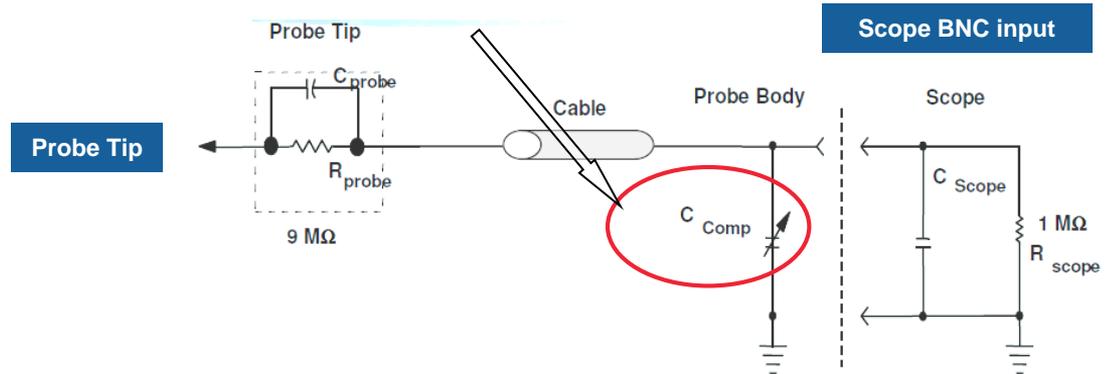
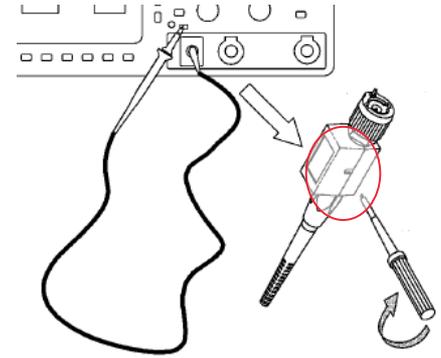
Signal sous compensé



Signal correctement compensé



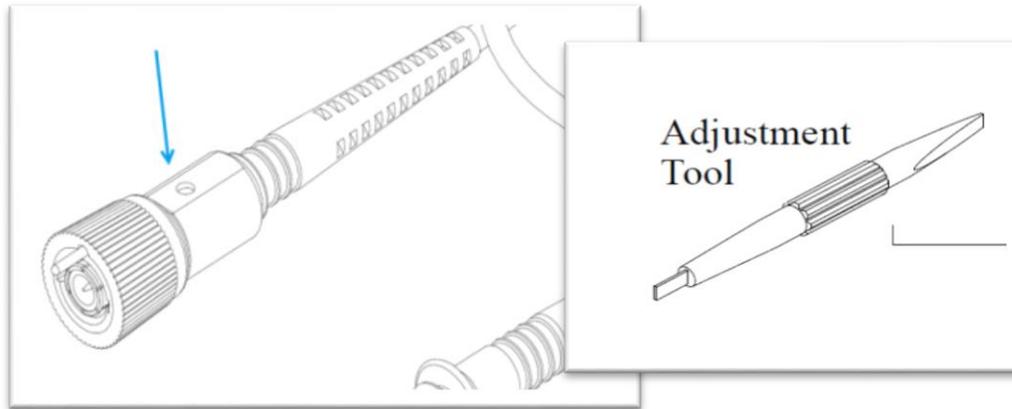
Signal sur compensé



# Sondes passives

## Compensation

- Adapte la capacité du câble de sonde à la capacité d'entrée de l'oscilloscope
- Assure une linéarité d'amplitude du DC aux fréquences hautes
- Une sonde mal compensée introduit des erreurs de mesure et un signal affiché distordu

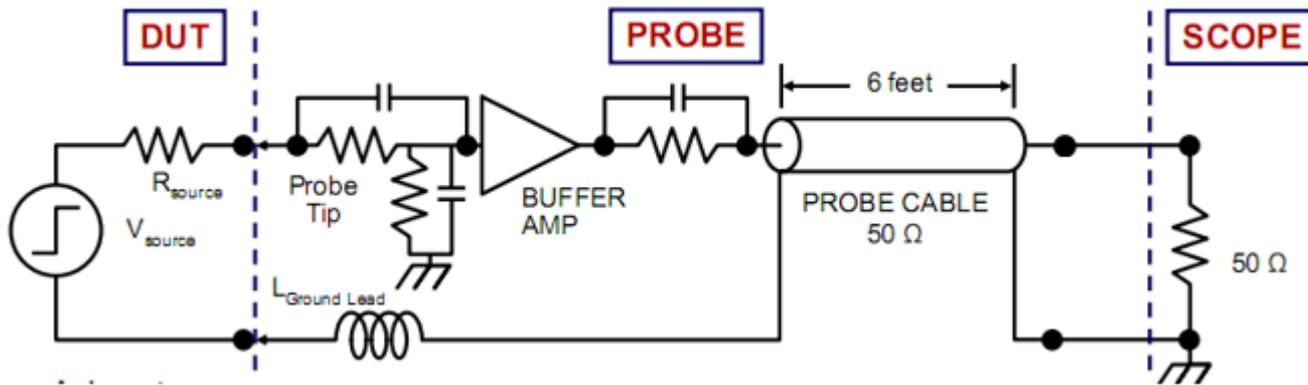


**Affecte l'amplitude, le rise time, etc**



# Sondes actives

## Principe

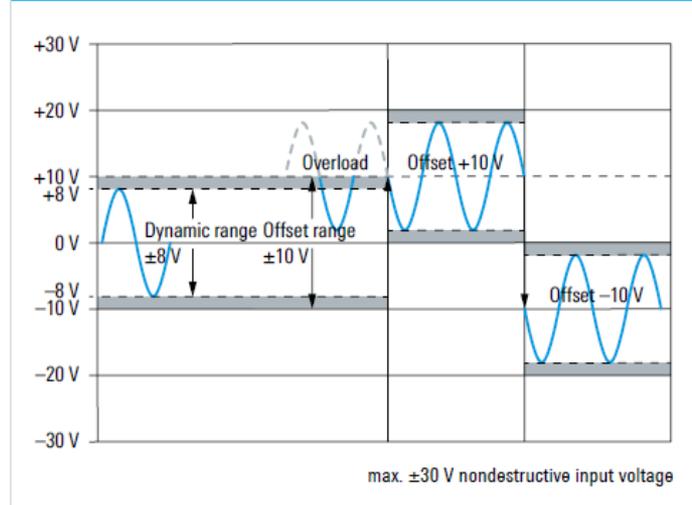


# Sondes actives

## Paramètres

- De terminaison (single ended) ou différentielle
  - Composant actifs alimentés par l'oscilloscope
  - Interface propriétaire permettant le contrôle automatique
  - Recommandé pour des signaux  $> 300$  MHz
- 
- Avantages
    - Faible charge ( $1\text{ M}\Omega$ ,  $< 1\text{ pf}$ ) de la source
    - Offset DC réglable
    - Bande passante élevée
  - Inconvénients
    - Dynamique limitée
    - Impédance décroît avec la fréquence

Wide dynamic range:  $\pm 8\text{ V}$ , expandable with additional offset compensation of  $\pm 12\text{ V}$  ( $\pm 10\text{ V}$  for R&S®RT-ZS60)



# Sondes actives

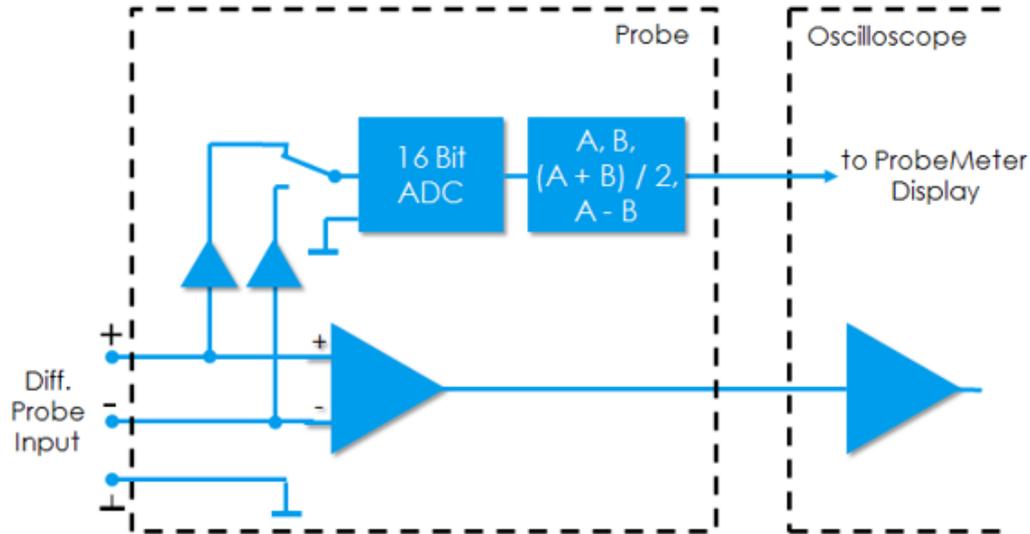
## Gamme

Modèle	Bande Passante	Facteur d'atténuation	Impédance d'entrée	Dynamique	Remarque
R&S®RT-ZS10L	1.0 GHz	10:1	1 M $\Omega$ / 0.9 pF	$\pm$ 8 V	BNC interface
R&S®RT-ZS10E	1.0 GHz	10:1	1 M $\Omega$ / 0.8 pF	$\pm$ 8 V	R&S®ProbeInterface
R&S®RT-ZS10	1.0 GHz	10:1	1 M $\Omega$ / 0.8 pF	$\pm$ 8 V ( $\pm$ 12V offset compensation)	R&S®ProbeInterface
R&S®RT-ZS20	1.5 GHz	10:1	1 M $\Omega$ / 0.8 pF		Micro-Bouton et R&S®ProbeMeter
R&S®RT-ZS30	3.0 GHz	10:1	1 M $\Omega$ / 0.8 pF		
R&S®RT-ZS60	6.0 GHz	10:1	1 M $\Omega$ / 0.3 pF	$\pm$ 8 V ( $\pm$ 10V offset compensation)	



# Sondes actives différentielles

## Principe



R&S®RT-ZD40: browser adapters to easily vary the pin offset



R&S®RT-ZD10/20/30.

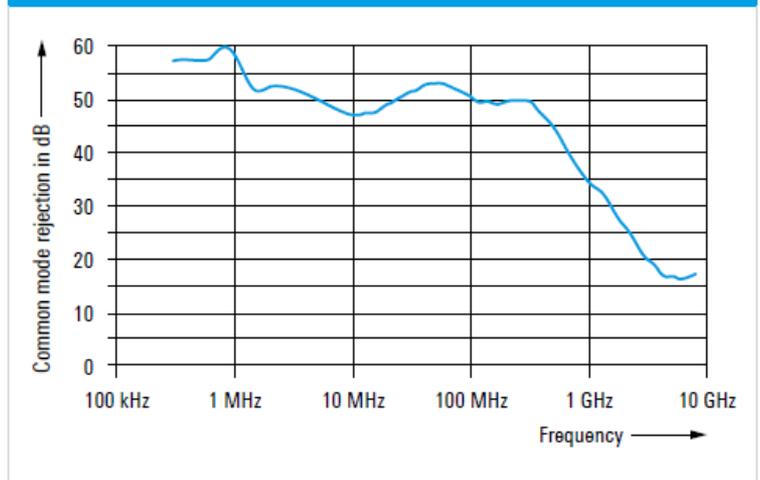


# Sondes actives différentielles

## Paramètres

- Mesures flottantes
- Masse disponible si nécessaire
- Indispensable pour les bus différentielle
- Recommandé pour des signaux > 300 MHz

High common mode rejection over the entire probe bandwidth; here the R&S®RT-ZD40



# Sondes actives différentielles

## Gamme

Modèle	Bande passante	Facteur d'atténuation	Impédance d'entrée	Dynamique	Remarque
R&S®RT-ZD02	200 MHz	10:1	1 MΩ / 3.5 pF	± 20 V	BNC interface
R&S®RT-ZD08	800 MHz	10:1	200 kΩ / 1 pF	± 15 V	BNC interface
R&S®RT-ZD10	1.0 GHz	10:1	1 MΩ / 0.6 pF	± 5 V	Micro-Bouton et R&S®ProbeMeter
R&S®RT-ZD20	1.5 GHz	10:1	1 MΩ / 0.6 pF	± 5 V	
R&S®RT-ZD30	3.0 GHz	10:1	1 MΩ / 0.6 pF	± 5 V	
R&S®RT-ZD40	4.5 GHz	10:1	1 MΩ / 0.4 pF	± 5 V	
R&S®RT-ZA15	2.0 GHz	10:1	1 MΩ / 1.3 pF	70 V dc / 46 V ac	



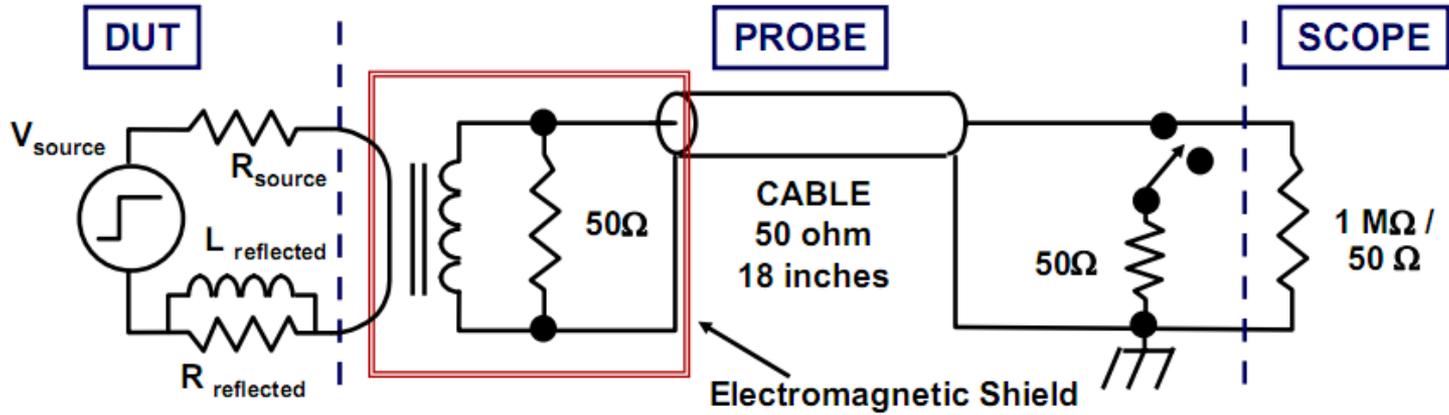
# Sondes actives haute tension

## Gamme

Modèle	Type	Interface d'entrée	Bande passante	Facteur d'atténuation	Impédance d'entrée	Dynamique	Remarque
R&S®RT-ZH03	Passive	BNC, 1 M $\Omega$	250 MHz	100:1	100 M $\Omega$ / 6.5 pF	850 V (RMS)	CAT II
R&S®RT-ZH10	Passive	BNC, 1 M $\Omega$	400 MHz	100:1	50 M $\Omega$ / 7.5 pF	1000 V (RMS)	CAT II
R&S®RT-ZH11	Passive	BNC, 1 M $\Omega$	400 MHz	1000:1	50 M $\Omega$ / 7.5 pF	1000 V (RMS)	CAT II
R&S®RT-ZD002	Active différentielle	BNC, 1 M $\Omega$	25 MHz	10:1 / 100:1	8 M $\Omega$ / 2.75 pF	$\pm$ 700V	
R&S®RT-ZD003	Active différentielle	BNC, 1 M $\Omega$	25 MHz	20:1 / 200:1	8 M $\Omega$ / 2.75 pF	$\pm$ 1400V	
R&S®RT-ZD01	Active différentielle	BNC, 1 M $\Omega$	100 MHz	100:1 / 1000:1	8 M $\Omega$ / 3.5 pF	$\pm$ 1400V	CAT III
R&S®RT-ZD02	Active différentielle	BNC, 50 $\Omega$	100 MHz	100:1 / 1000:1	8 M $\Omega$ / 3.5 pF	$\pm$ 1400V	CAT III
R&S®RT-ZHD07	Active différentielle	BNC, 50 $\Omega$	200 MHz	25:1 / 250:1	5 M $\Omega$ / 2.5 pF	$\pm$ 750V	CAT III
R&S®RT-ZHD15	Active différentielle	R&S®ProbelInterface	100 MHz	50:1 / 500:1	10 M $\Omega$ / 2 pF	$\pm$ 1500V	CAT III
R&S®RT-ZHD16	Active différentielle	R&S®ProbelInterface	200 MHz	50:1 / 500:1	10 M $\Omega$ / 2 pF	$\pm$ 1500V	CAT III
R&S®RT-ZHD60	Active différentielle	R&S®ProbelInterface	100 MHz	100:1 / 1000:1	40 M $\Omega$ / 2 pF	$\pm$ 6000V	CAT III

# Sondes de courant

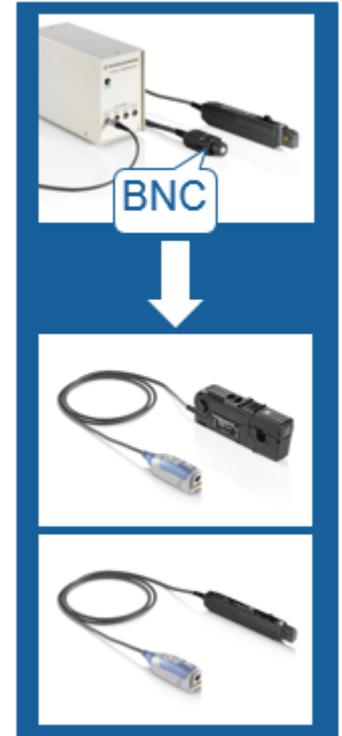
## Principe



# Sondes de courant

## Paramètres

- Bande passante
- Courant Max
- AC ou AC/DC
  
- Connectique et alimentation
  - Les modèles B sont alimentés par l'oscilloscope
  - Setup automatique ( 50Ω et Unité A)
  - Degauss et auto zero piloté



# Sondes de courant

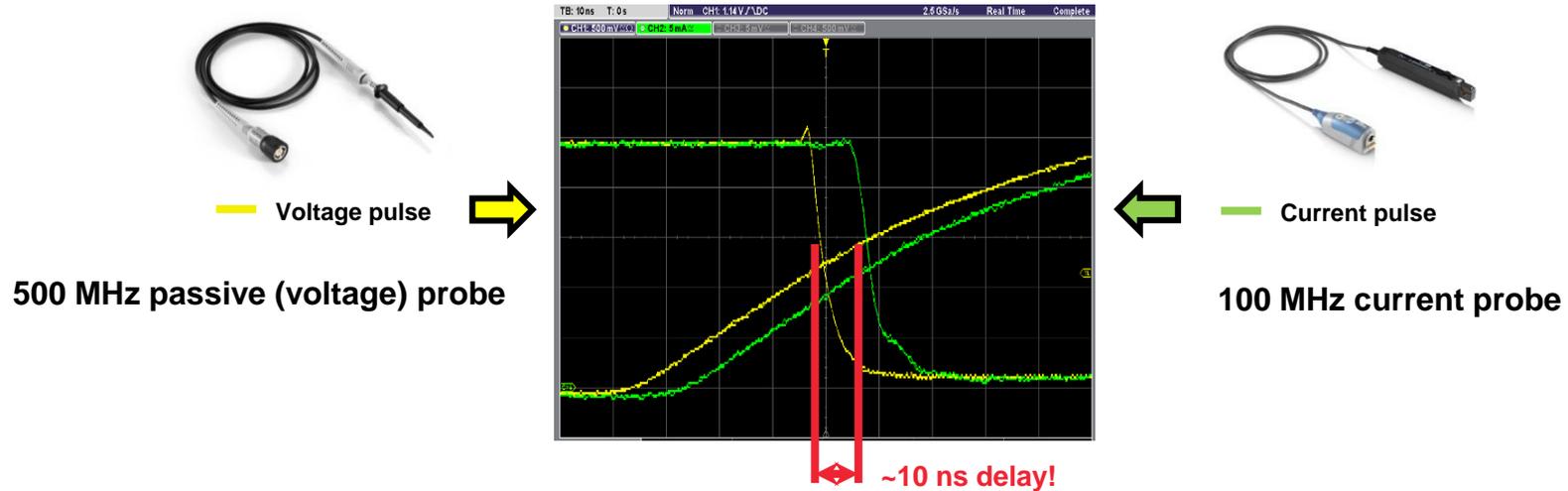
## Gamme

Modèle	Interface	Bande passante	Sensibilité	Courant max (RMS / peak)	Temps de montée	Remarque
R&S®RT-ZC02	BNC, 1MΩ	20 kHz	0.01V/A 0.001V/A	100 A / 200 A 1000 A / 200 A	5 μs	Cat III (300V), Piles
R&S®RT-ZC03	BNC, 1MΩ	100 kHz	0.1 V/A	20 A / 30 A	1 μs	Cat III (300V), Piles
R&S®RT-ZC05B		2 MHz	0.01 V/A	500A / 700 A		
R&S®RT-ZC10	BNC, 1MΩ	10 MHz	0.01 V/A	150 A / 300 A	35 ns	Cat II (600V) Cat III (300V)
R&S®RT-ZC10B		10 MHz	0.01 V/A	150 A / 300 A	35 ns	Cat II (600V) Cat III (300V)
R&S®RT-ZC15B		50 MHz	0.1 V/A	30 A / 50 A		
R&S®RT-ZC20	BNC, 1MΩ	100 Mhz	0.1 V/A	30 A / 50 A	3.5 ns	Cat I (300V)
R&S®RT-ZC20B		100 Mhz	0.1 V/A	30 A / 50 A	3.5 ns	Cat I (300V)
R&S®RT-ZC30	BNC, 1MΩ	120 MHz	0.1 V/A	5 A / 7.5 A		
R&S®RT-ZF20						Kit Power deskew
R&S®RT-ZA13						Alimentation externe



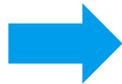
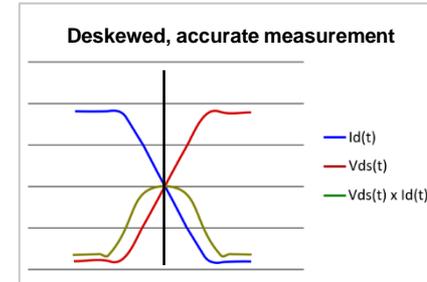
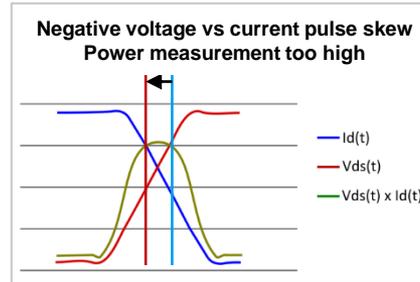
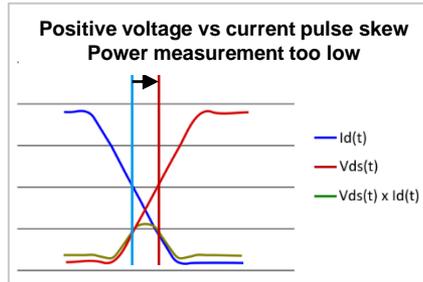
# Sondes de courant

## Skew entre voie tension et voie courant



# Sondes de courant

## Skew entre voie tension et voie courant



Faire un deskew avec un front en tension et en courant est essentiel pour une mesure précise en puissance



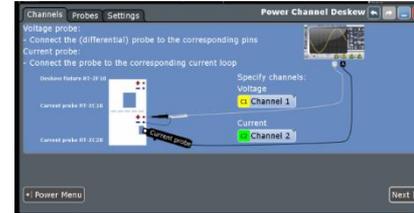
# Sondes de courant

## Skew entre voie tension et voie courant

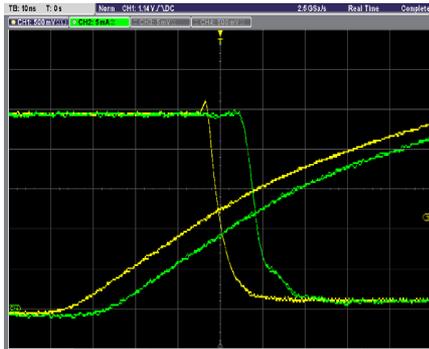
Manual:



Automatic (K31):



Deskew fixture RT-ZF20



Different propagation delay between current and voltage pulse

— Voltage pulse  
— Current pulse

Deskew

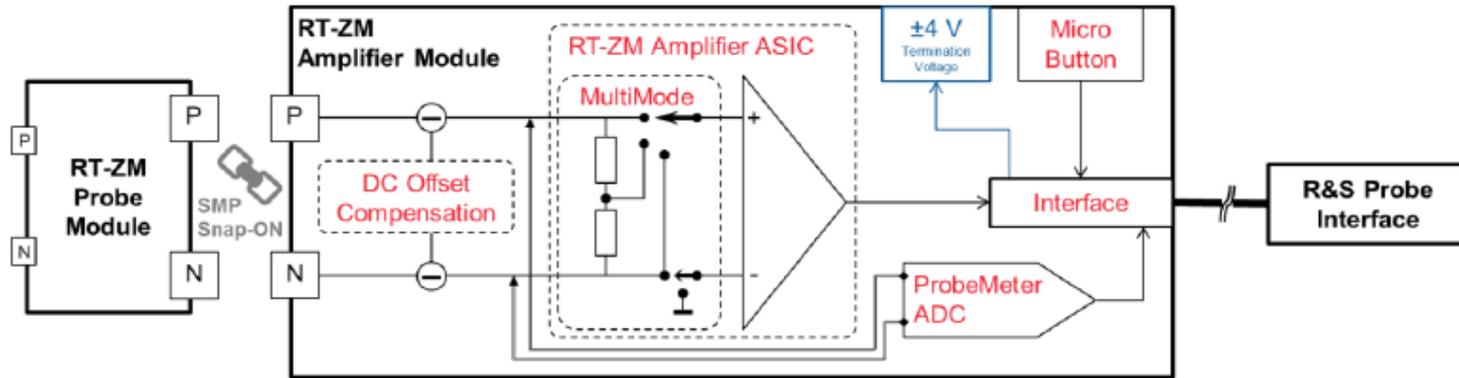


Current and voltage pulse aligned



# Sondes Modulaires

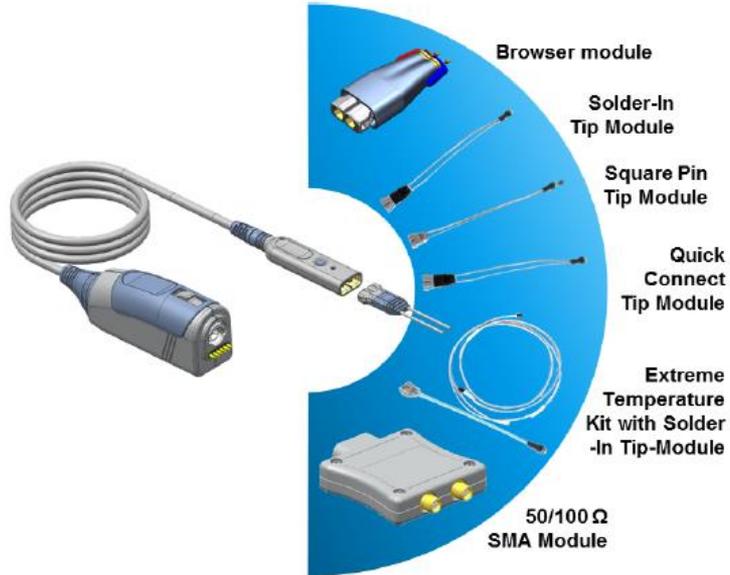
## Principe



Block diagram of modular RT-ZM probe consisting of exchangeable RT-ZM probe tip modules which can be connected via a high performance double-socket SMP snap-on interface to a RT-ZM amplifier module with Rohde & Schwarz probe interface.

# Sondes Modulaires

## Principe



- RT-ZM15 1.5 GHz
- RT-ZM30 3 GHz
- RT-ZM60 6 GHz
- RT-ZM90 9 GHz
  
- RT-ZMA30 Browser
- RT-ZMA10 Pointe à souder
- RT-ZMA12 Pointe carré 6GHz
- RT-ZMA15 Pointe à connecter
- RT-ZMA11 Haute température
- RT-ZMA50 ZMA11 et rallonge de 1 m
- RT-ZMA40 SMA 50Ω



# Sondes Modulaires

## Paramètres

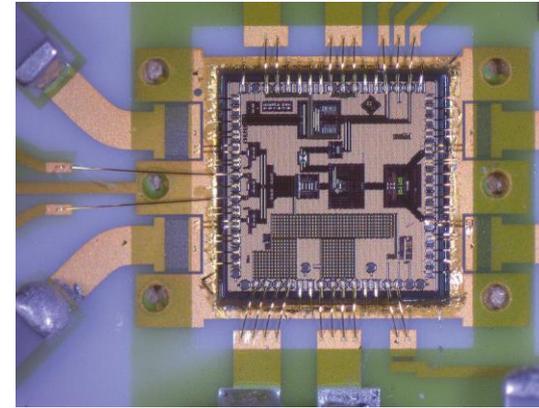
- Bande passante élevée (jusqu'à 9 GHz)
- Très basse impédance 400 k $\Omega$
- Faible bruit (3 mV rms)
- Faible drift
- Offset de  $\pm 16$  V pour une résolution maximale
- Accessibilité
- Multimode piloté (évite de recabler)
  - Differential mode (DM)
  - Common mode (CM)
  - Single ended (P)
  - Single ended (N)
- Voltmètre DC très précis (0,05%)
- Micro bouton configurable
  - Start / Stop , DC = offset, ...)
- Mesure en chambre climatique



# Sondes Modulaires

## Module amplificateur

- Bande passante de 1.5 GHz à 9 GHz
- ASIC ultra rapide pour une fidélité de signal sur toute la bande
- Connecteur coaxial double, miniaturisé, haute fréquence et qualité supérieur pour un branchement sur diverses pointes
- R&S probe interface



\* supported by RTE,  
RTO1000 and RTO2000

### Specification in brief R&S®RT-ZM amplifier module

<b>Available bandwidth models</b> (all models support MultiMode operation)	1.5 GHz (R&S®RT-ZM15) 3 GHz (R&S®RT-ZM30) 6 GHz (R&S®RT-ZM60) 9 GHz (R&S®RT-ZM90)
<b>Dynamic range</b> (switchable gain settings to achieve low system noise)	±2.5 V with 10:1 attenuation ±0.5 V with 2:1 attenuation
<b>Rise time</b>	R&S®RT-ZM15: < 230 ps R&S®RT-ZM30: < 100 ps R&S®RT-ZM60: < 75 ps R&S®RT-ZM90: < 50 ps
<b>Voltage operating window</b>	±7 V plus DC offset voltage
<b>DC offset voltage</b>	±16 V in all operating modes
<b>Input resistance</b>	400 kΩ in differential mode, 200 kΩ in single-ended mode



# Sondes Modulaires

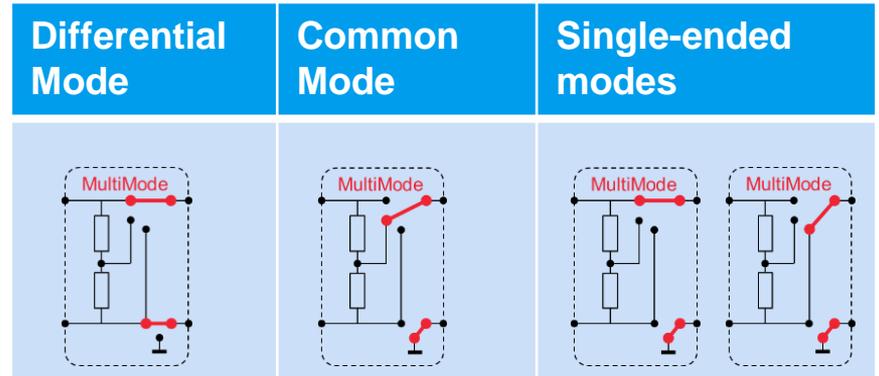
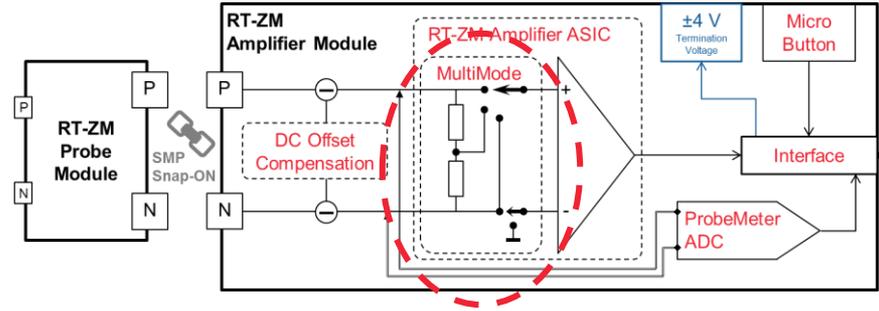
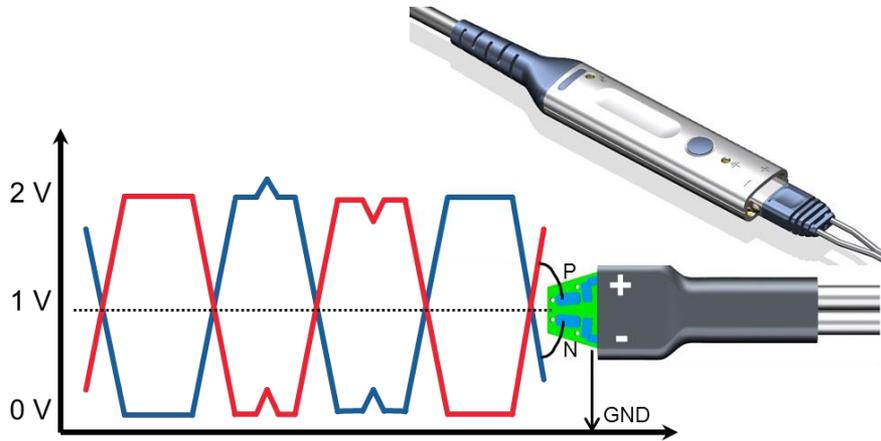
## Paramètres

Probe Model	Probe Type	Bandwidth	Attenuation	Input Impedance	Connector
RT-ZM15/30/60/90	Amplifier Module	1.5/3/6/9 GHz	10:1 / 2:1	Diff: 400 k $\Omega$	R&S Probe Interface
RT-ZMA10	Solder-in Tip	9 GHz	-	77 fF	
RT-ZMA12	Square-pin Tip	6 GHz	-	279 fF	
RT-ZMA15	Quick-connect Tip	9 GHz	-	109 fF	
RT-ZMA30	Browser Tip	9 GHz	-	32 fF	
RT-ZMA40	SMA module Tip	9 GHz	-	100 $\Omega$	
RT-ZMA50	Extreme Temperature Tip	2.5 GHz	-	77 fF	



# Sondes Modulaires

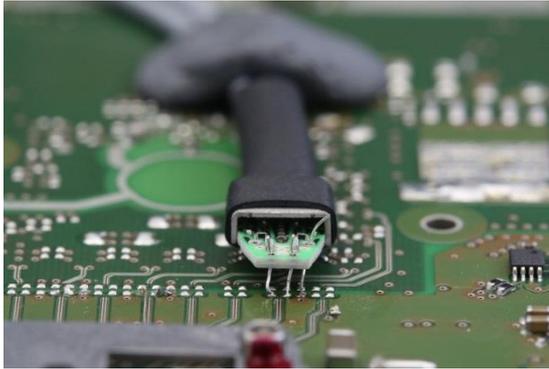
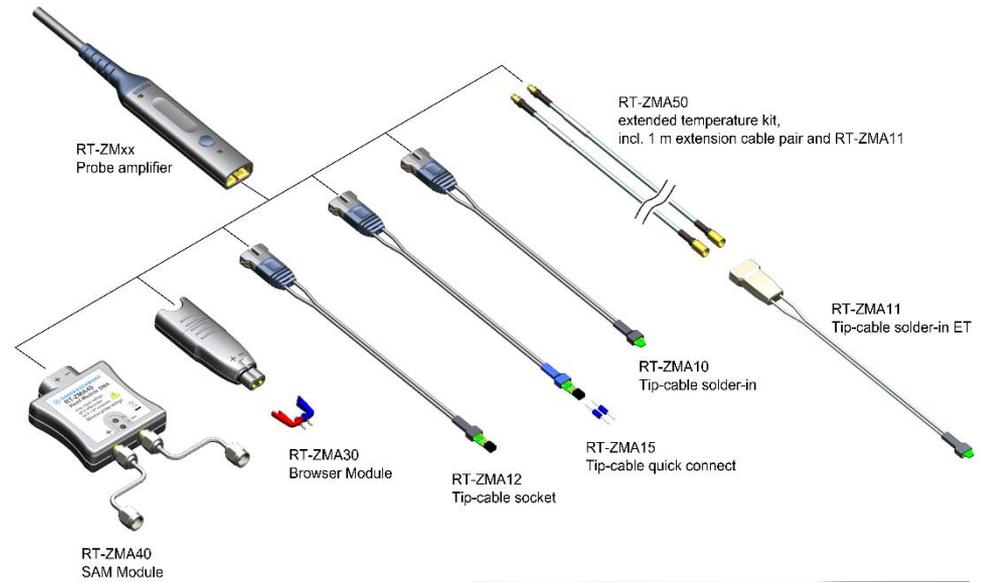
## Module amplificateur



# Sondes Modulaires

## Modules pointes

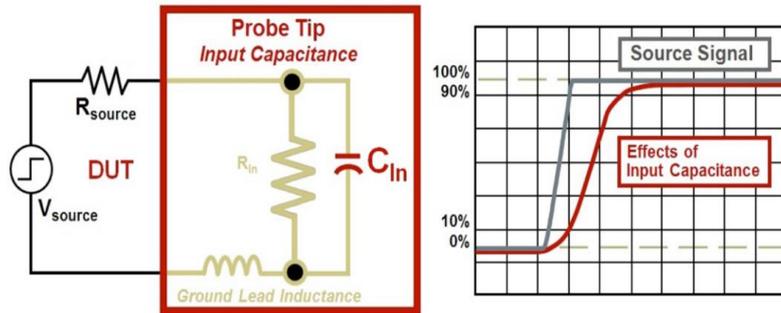
- Prélèvement de signaux rapides
- Connexion à souder
- Connexion fiable et rapide de plusieurs pointes



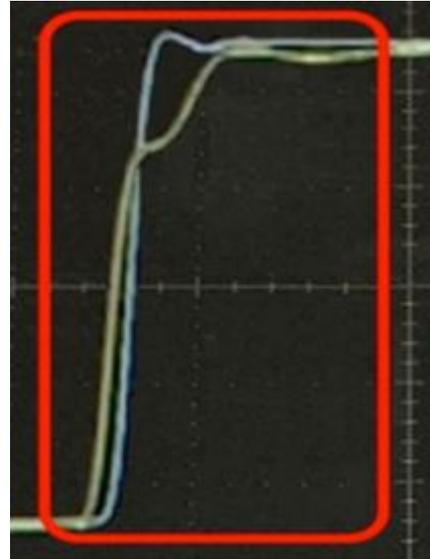
# Sondes Modulaires

## Effet de la capacité d'entrée sur le temps de montée

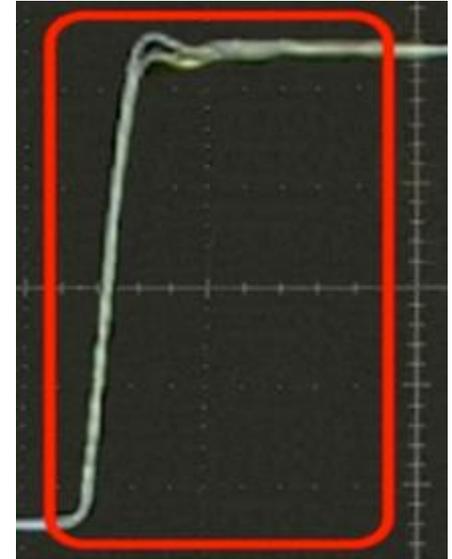
$$T_{Rise\ Time} \approx 2.2(R_{Source} * C_{In})$$



Sonde ~ 10 pF



Sonde ~ 3 pF

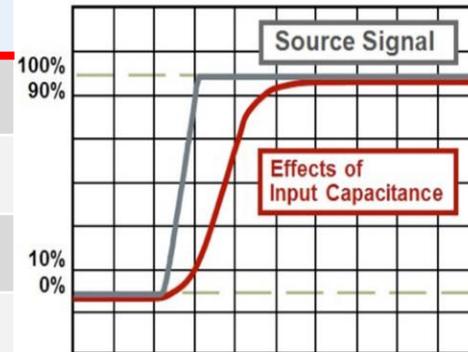
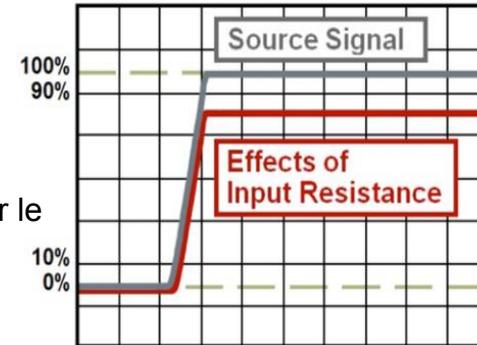


# Sondes Modulaires

## Comparatif des impédances de charge

Probe	Input resistance (SE DM)		Input capacitance (SE DM)	
RT-ZS10/10E/20/30	1 M $\Omega$		0.8 pF	
RT-ZS60	1 M $\Omega$		0.3 pF	
RT-ZD10/20/30	500 k $\Omega$	1 M $\Omega$	0.8 pF	0.6 pF
RT-ZD40	500 k $\Omega$	1 M $\Omega$	0.65 pF	0.4 pF
RT-ZMA10/11	200 k $\Omega$	400 k $\Omega$	96 fF	77 fF
RT-ZMA12	200 k $\Omega$	400 k $\Omega$	521 fF	279 fF
RT-ZMA15	200 k $\Omega$	400 k $\Omega$	150 fF	109 fF
RT-ZMA30	200 k $\Omega$	400 k $\Omega$	52 fF	32 fF

Une résistance plus élevée a moins d'effet sur le signal



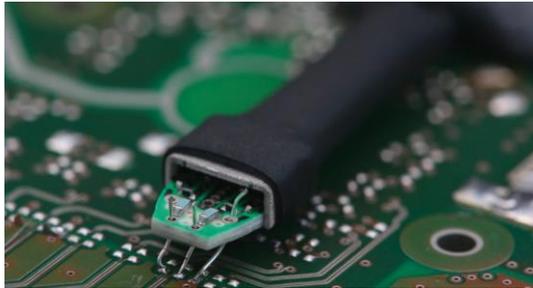
Une capacité plus faible a moins d'effet sur le signal

# Sondes Modulaires

## Choix de la pointe

### Application:

Solder in test points that are hard to reach (small probing pitch e.g. IC pins) and low input capacitance required.

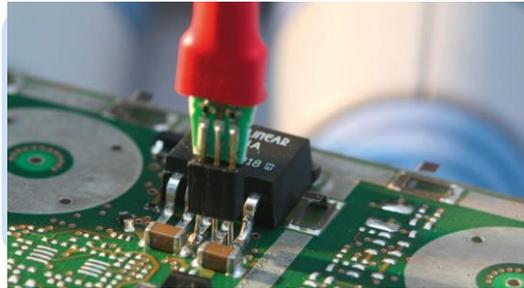


**RT-ZMA10**



### Application:

Easy plug&remove connection up to 6 GHz (connector pitch of 1.27 mm / 50 mil)

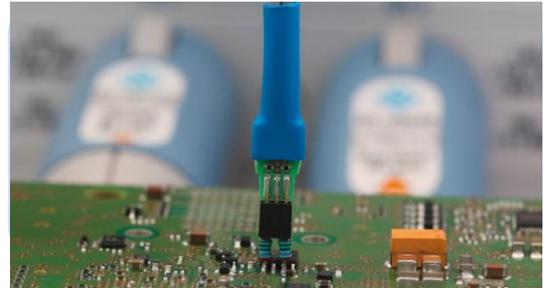


**RT-ZMA12**



### Application:

Easy plug&remove connection up to 9 GHz with low input capacitance (connection via solder-in 270  $\Omega$  resistors)



**RT-ZMA15**

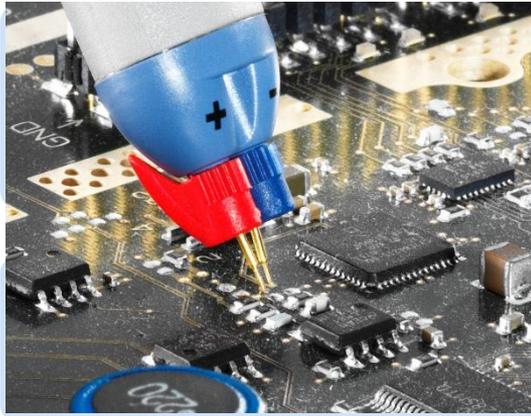


# Sondes Modulaires

## Choix de la pointe

### Application:

Universal handheld probing with maximum convenience at the DUT



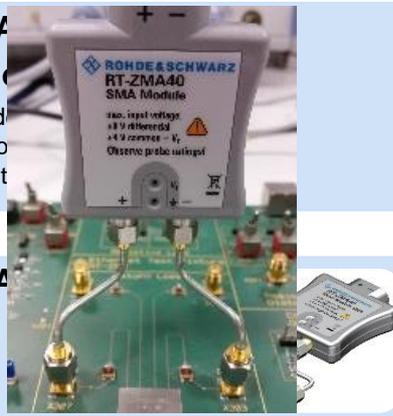
### Application:

Probing 50/100Ω single-ended or differential sources ( $V_T$  to a common DC voltage can be applied optionally)

RT-ZMA

SMA Mod

- MultiMod
- Input Imp
- Bandwid



RT-ZMA

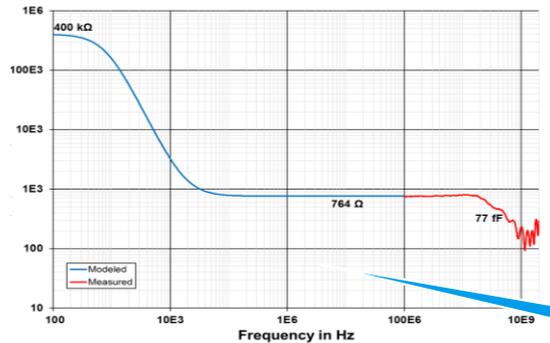
### Application:

Environmental tests in e.g. climate chambers within a range of  $-55^{\circ}\text{C}$  up to  $+125^{\circ}\text{C}$

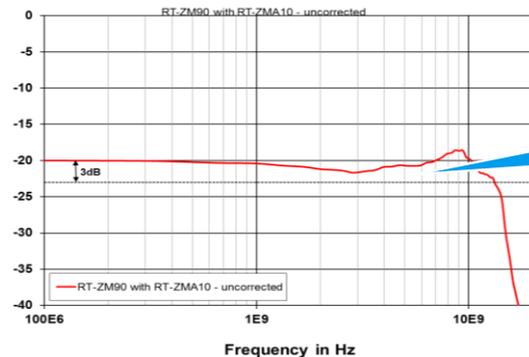
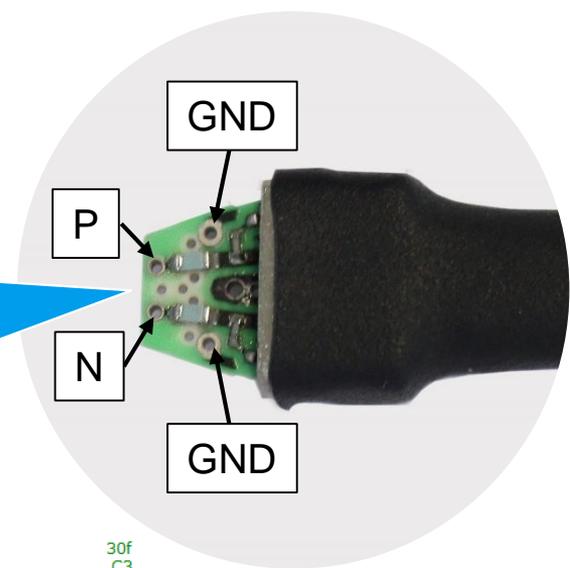


# Sondes Modulaires

## Pointe RT-ZMA10



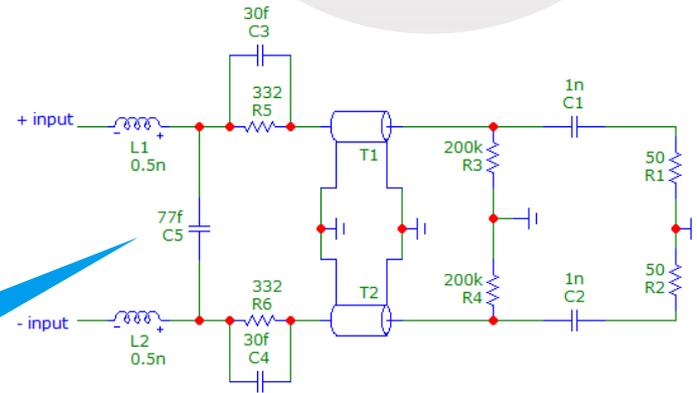
- Connexion robuste avec des points tests difficile d'accès. (ex: IC pins)
- Bande passante: > 9 GHz
- P, N et GND sont soudés permettant les mesures en multimode



RT-ZMA10:  
Impedance [Ω] vs. Freq. [Hz]

RT-ZMA10:  
Gain [dB] vs. Freq. [Hz]

RT-ZMA10:  
Modèle équivalent  
(w/o solder leads)



# Sondes Modulaires

## Pointe RT-ZMA10/11

### R&S®RT-ZMA10/11\* - Pointes à souder

Les fils de câblages permettent de se connecter à des points tests serrés et difficile d'accès. La connexion est soudée et semi-permanente.



\*RT-ZMA11 is a solder-in tip module with extended temperature range and part of RT-ZMA50

### Specifications in brief R&S®RT-ZMA10/-ZMA11

Bandwidth R&S®RT-ZMA10	Limited by amplifier module			
Bandwidth R&S®RT-ZMA11	2.5 GHz			
Multimode	P/N/DM/CM			
Rise time		50 ps		30 ps
Input capacitance		77 fF		96 fF
Input resistance		400 kΩ		200 kΩ
Temperature range	-30 °C to +80 °C (R&S®RT-ZMA10) -55 °C to +125 °C (R&S®RT-ZMA11)			



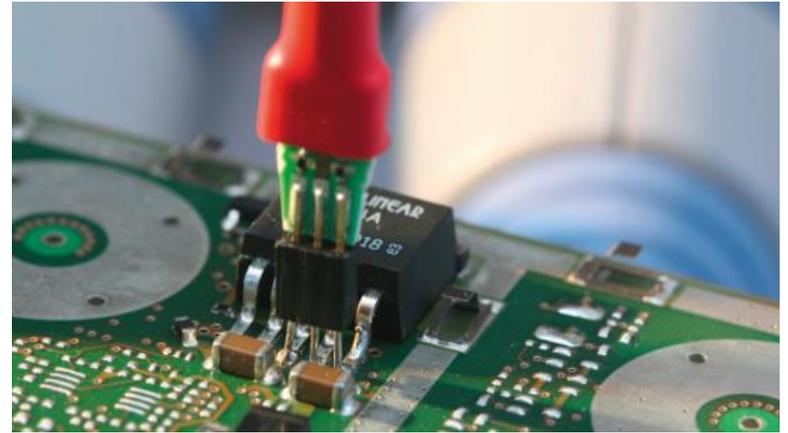
# Sondes Modulaires

## Pointe RT-ZMA12

### ■ R&S®RT-ZMA12 - Pointe carrée 6GHz

C'est le bon choix pour prélever le signal jusqu'à 6 GHz à travers une connexion enfichable. Le module peut s'enficher sur le DUT sur des points tests existant ou à souder.

Il est possible d'utiliser des broches au pas de 2.54mm .



### Specifications in brief R&S®RT-ZMA12

Bandwidth	Limited by amplifier module; max 6 GHz			
Multimode	P/N/DM/CM			
Rise time		75 ps		45 ps
Input capacitance	 DM	279 fF	 SE	521 fF
Input resistance		400 kΩ		200 kΩ
Temperature range	-30 °C to +80 °C			

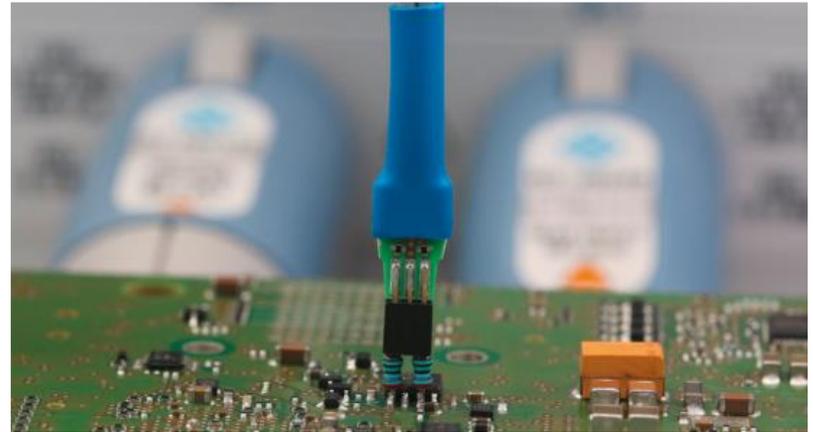


# Sondes Modulaires

## Pointe RT-ZMA15

### ■ R&S®RT-ZMA15 - Pointe à connecter

Cette solution permet une connexion rapide jusqu'à 12 GHz. La transition est réalisée par des résistances de 270  $\Omega$ , fournies avec la sonde, à souder. Les résistances sont requises pour assurer une performance optimale et une intégrité de signal jusqu'à 12 GHz.



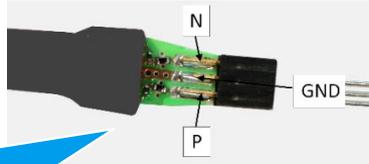
### Specifications in brief R&S®RT-ZMA15

Bandwidth	Limited by amplifier module			
Multimode	P/N/DM/CM			
Rise time		50 ps		30 ps
Input capacitance	 DM	109 fF	 SE	150 fF
Input resistance	 DM	400 k $\Omega$	 SE	200 k $\Omega$
Temperature range	-30 °C to +80 °C			



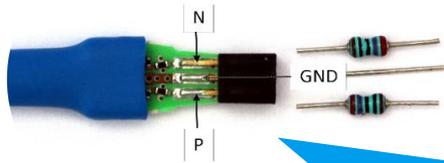
# Sondes Modulaires

## Pointe RT-ZMA12/15



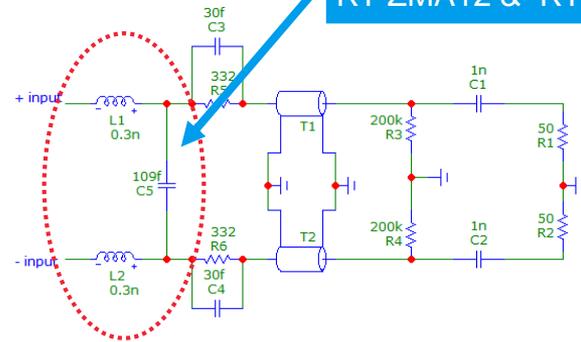
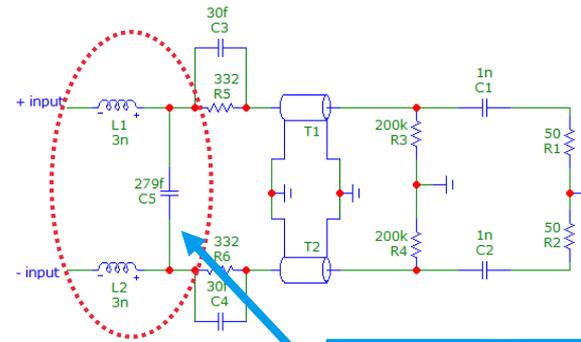
### RT-ZMA12

- Bande passante: jusqu'à 6 GHz

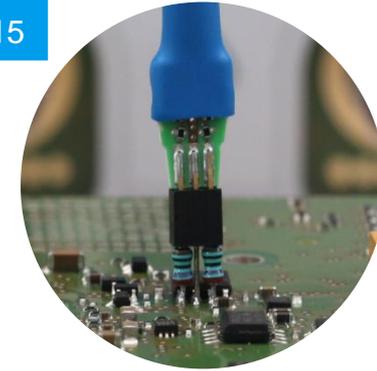
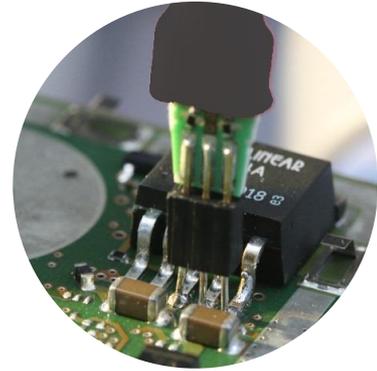


### RT-ZMA15

- Bande passante: >9 GHz



Differences  
RT-ZMA12 & RT-ZMA15



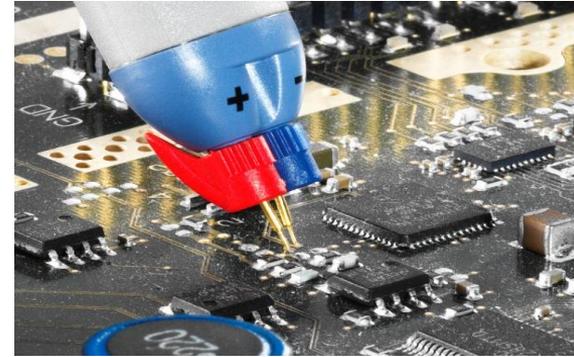
# Sondes Modulaires

## Pointe RT-ZMA30

### R&S®RT-ZMA30 - Browser module

Ce module permet de prélever le signal de façon rapide et facile. Il permet des mesures en différentiel et en terminaison (single ended).

Les pointes de touche sont à ressort et l'écartement peut être ajusté.



### Specifications in brief R&S®RT-ZMA30

Bandwidth	Limited by amplifier module			
Multimode	DM			
Rise time		50 ps		30 ps
Input capacitance		32 fF		52 fF
Input resistance		400 kΩ		200 kΩ
Temperature range	0°C to +40°C			
Pin spacing	0.5 mm to 8 mm			
Spring travel	0.5 mm			



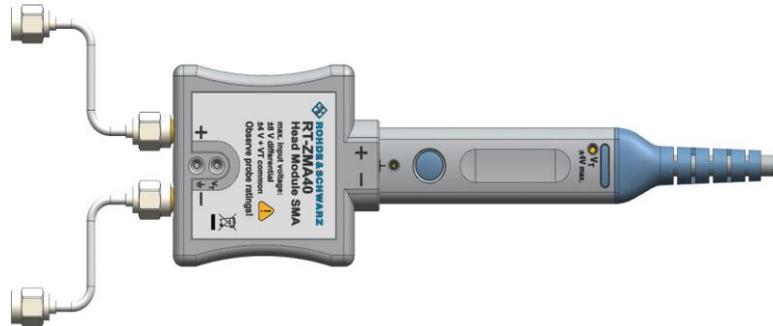
# Sondes Modulaires

## Pointe RT-ZMA40

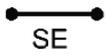
### R&S®RT-ZMA40 - module SMA

Ce module permet de faire des mesures Multi Mode dans un environnement 50 Ω/100 Ω .

Le module applique une tension de terminaison ( $\pm 4$  V) au DUT pour permettre les mesures par rapport à une tension continue en mode commun natif du dispositif au lieu de la masse.

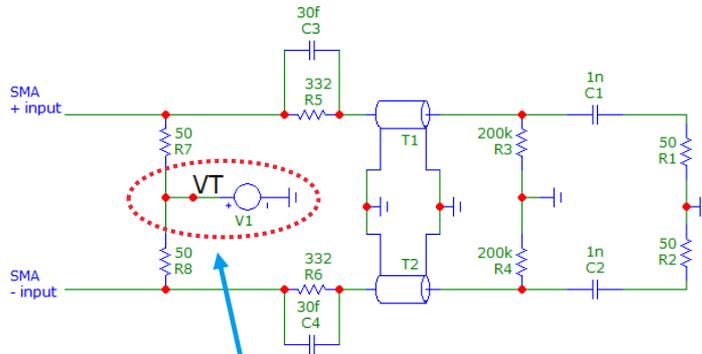
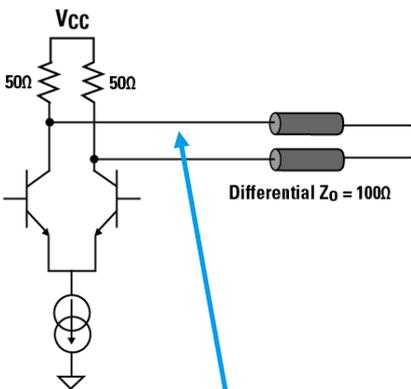


### Specifications in brief R&S®RT-ZMA40

Bandwidth	Limited by amplifier module; max 6 GHz			
Multimode	P/N/DM/CM			
Rise time	 90% 10%	50 ps	 80% 20%	30 ps
Input return loss	 DM	> 12 dB	 SE	> 12 dB
Input resistance		100 Ω		50 Ω
Temperature range	0°C to +40°C			
Termination voltage	$\pm 4$ V (from R&S®RT-ZM amplifier module)			
Maximum current	$\pm 40$ mA			
Coaxial connector	SMA, compatible with 3.5 mm and 2.92 mm connectors			

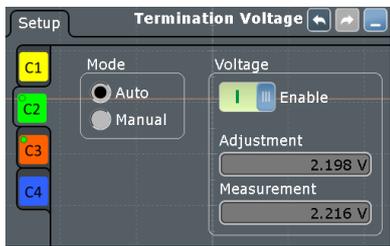
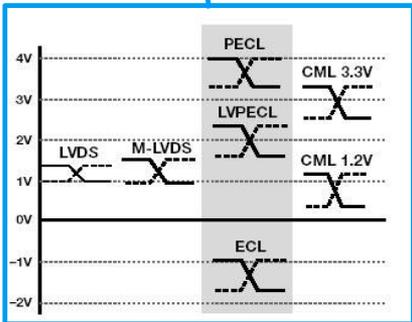
# Sondes Modulaires

## Pointe RT-ZMA40



RT-ZMA40 peut fournir une tension DC au lieu de la masse, ce qui est requis pour de nombreux standards

La tension DC nécessaire est détectée automatiquement



- Terminaison 50/100 Ω pour signaux single-ended ou différentiels
- Tension de terminaison DC ( $V_T$ ) : ±4V (courant max: 40 mA)
- Bande passante: > 9 GHz
- Return Loss > 12 dB
- Compatible SMA, 3.5mm et 2.92mm

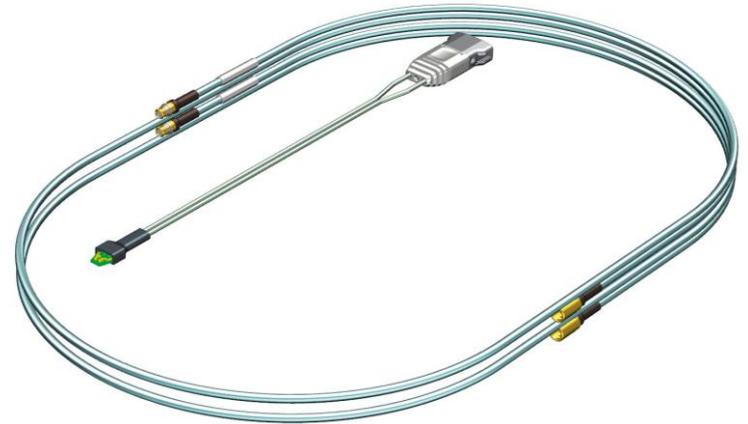
# Sondes Modulaires

## Pointe RT-ZMA50

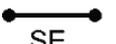
### R&S®RT-ZMA50 - Extreme temperature kit

Ce module permet des mesures de  $-55\text{ °C}$  à  $+125\text{ °C}$  en éloignant les pointes du module amplificateur avec une rallonge de 1m. Le kit est constitué de deux câbles appariés et d'une pointe à souder R&S®RT-ZMA11.

Cet accessoire est utilisé pour des tests d'environnement en chambre climatique et couvre la plage de température pour les tests des composants électroniques dans l'automotive.

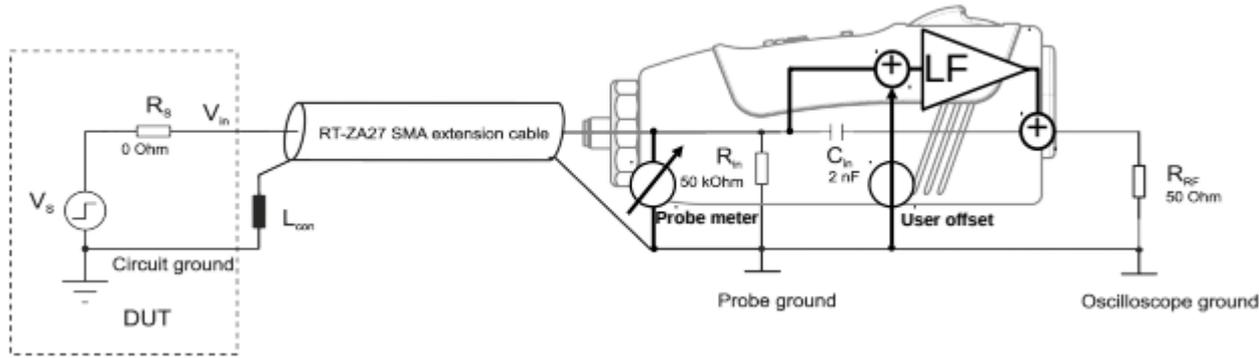
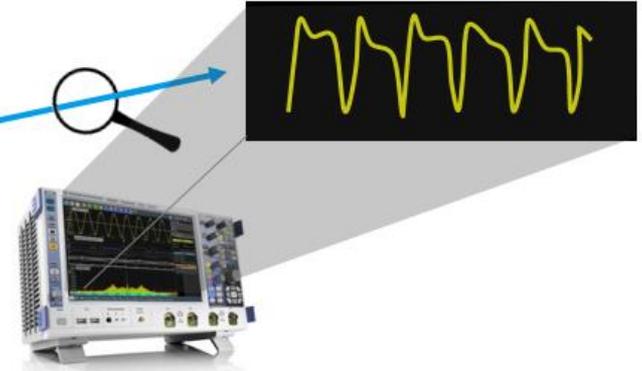


### Specifications in brief R&S®RT-ZMA50

Bandwidth	2.5 GHz			
Multimode	P/N/DM/CM			
Rise time		140 ps		90 ps
Input capacitance		140 fF		90 fF
Input resistance (DC)		400 kΩ		200 kΩ
Temperature range	$-55\text{ °C}$ to $+125\text{ °C}$			
Extension cable	Length: 1 m			

# Sondes Power Rail R&S®RT-ZPR20/40

## Principe

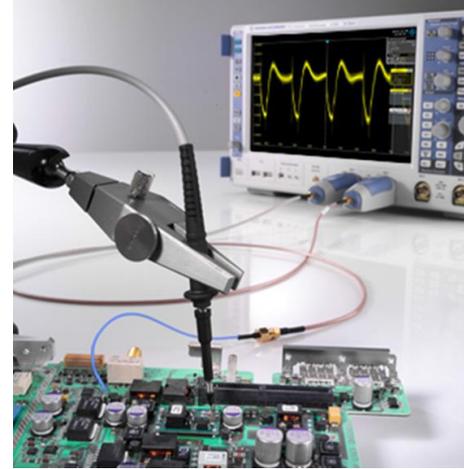


# Sondes Power Rail R&S®RT-ZPR20/40

## Caractéristiques

### Specifications

Attenuation	<b>1:1</b>
Bande passante	<b>2 GHz / 4 GHz</b>
Browser	350 MHz
Dynamique	$\pm 850$ mV
Offset	<b>&gt; <math>\pm 60</math> V</b>
Bruit Scope (RTO) seul Scope + Probe (at 1 GHz, 1mV/div)	107 $\mu$ V AC <sub>rms</sub> <b>120 <math>\mu</math>V AC<sub>rms</sub></b>
Resistance d'entrée	<b>50 k<math>\Omega</math> @ DC</b>
R&S ProbeMeter	Integré
Couplage	DC ou AC

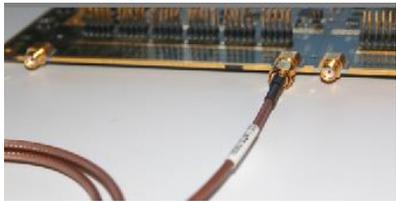


# Sondes Power Rail R&S®RT-ZPR20/40

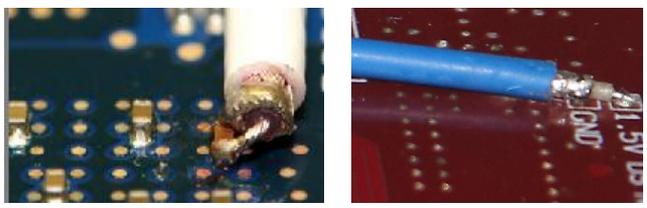
## Accessoires



conectiqueSMA

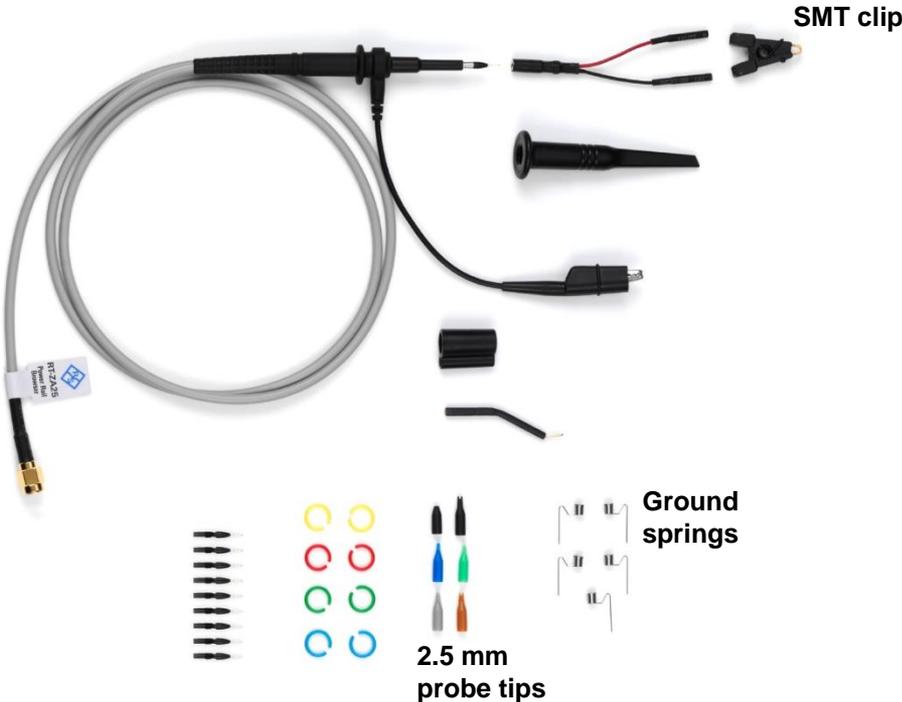


50 Ω SMA coaxial à souder (2.5 GHz )

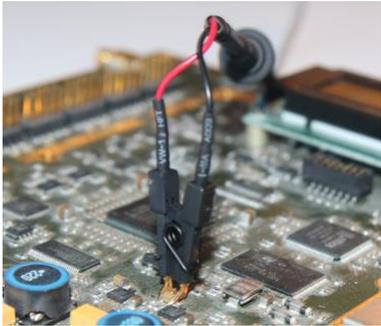


# Sondes Power Rail R&S®RT-ZPR20/40

## Accessoires



Ground spring



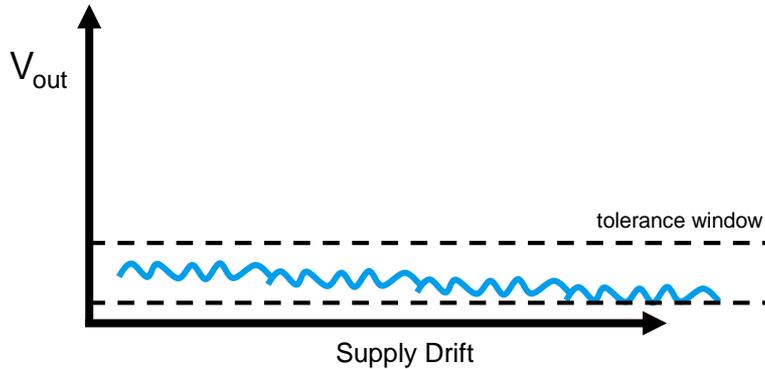
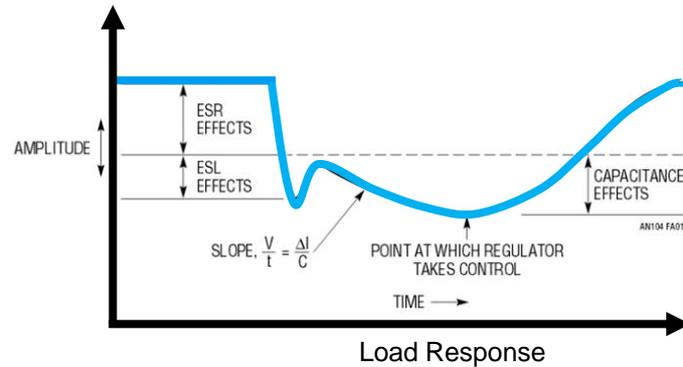
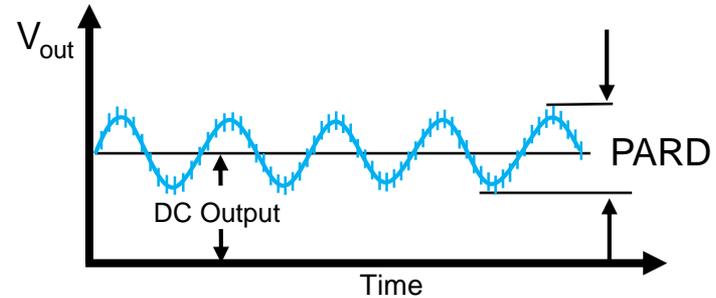
SMT clip



# Sondes Power Rail R&S®RT-ZPR20/40

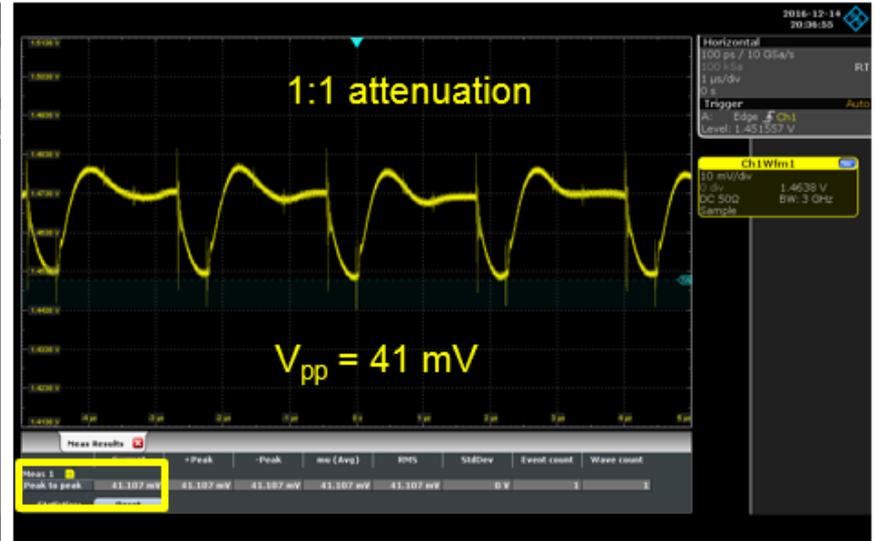
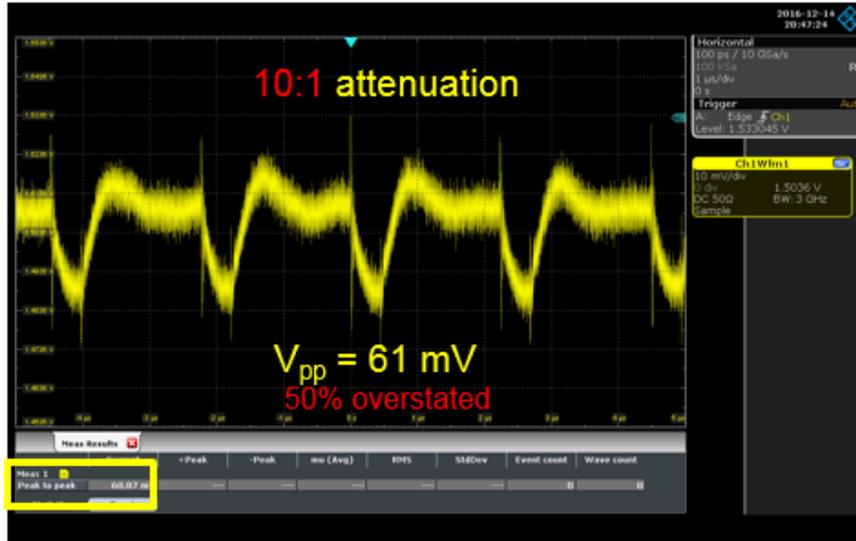
## Mesures typiques

- PARD (Periodic and Random Disturbances):  
noise, ripple ( $V_{pp}$ ), transients
- Static and dynamic load response
- Supply drift



# Sondes Power Rail R&S®RT-ZPR20/40

## Qualité des mesures



# Sondes Power Rail R&S®RT-ZPR20/40

## Qualité des mesures

Using max built-in scope offset



Using built-in probe offset

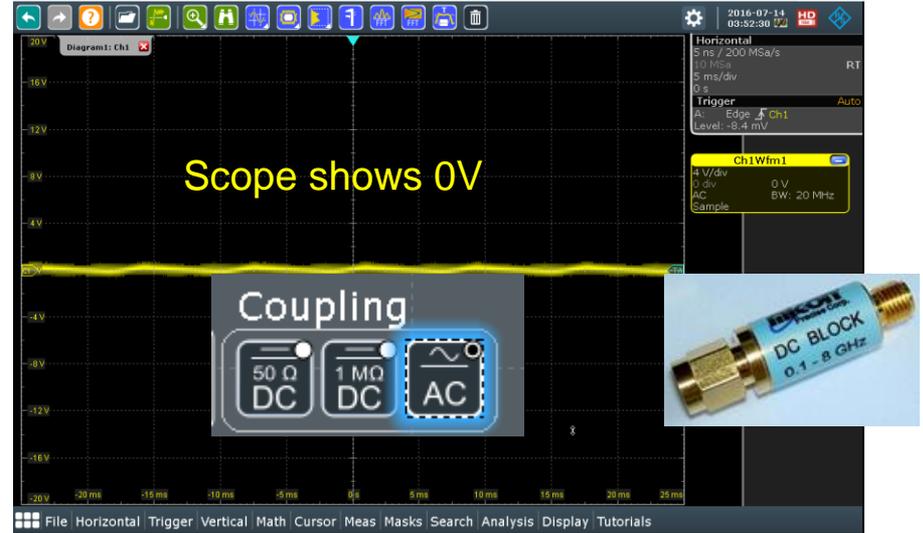


# Sondes Power Rail R&S®RT-ZPR20/40

## Qualité des mesures



Impossible de zoomer (1V offset on RTO @ 20 mV/div)

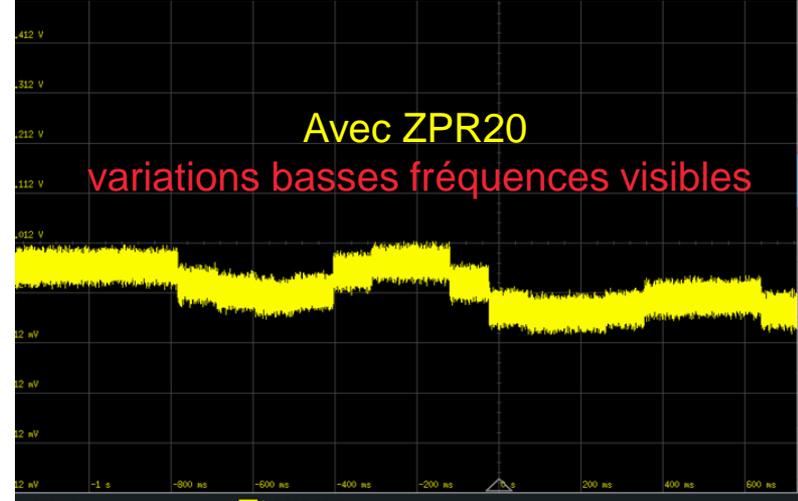
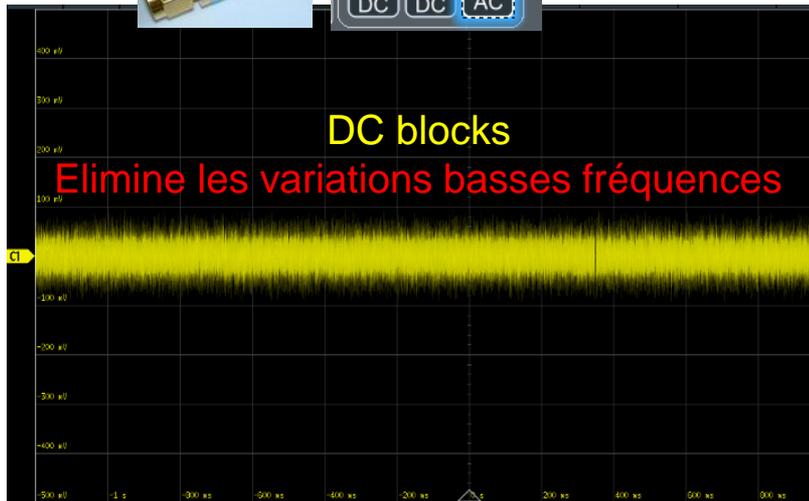


Possible de ramener au centre  
Impossible de connaître la tension DC  
Impossible de voir la dérive DC

# Sondes Power Rail R&S®RT-ZPR20/40

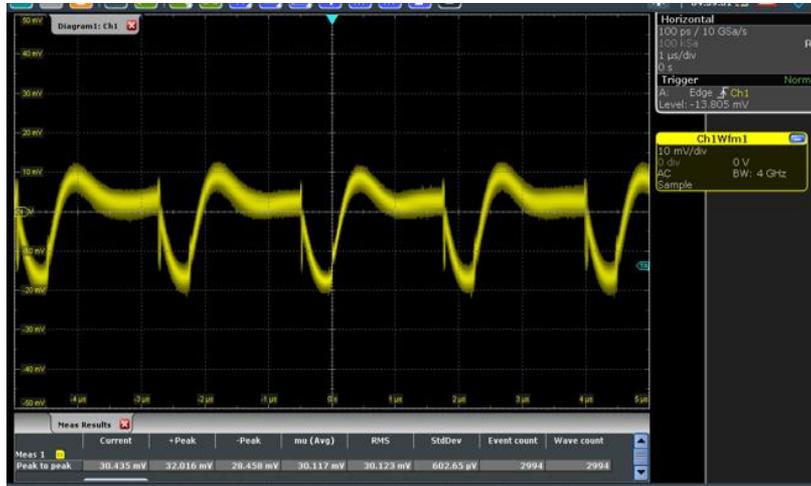
## Qualité des mesures

DC Drift



# Sondes Power Rail R&S®RT-ZPR20/40

## Qualité des mesures



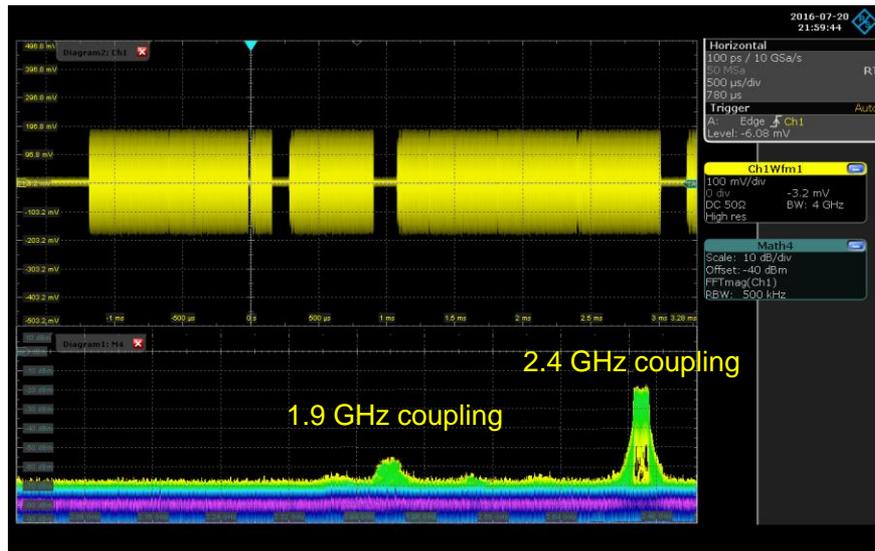
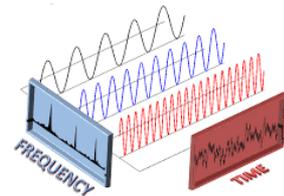
ZP1X passive 1:1  
38 MHz



ZPR20 active 1:1 2 GHz  
Capture les transitions HF

# Sondes Power Rail R&S®RT-ZPR20/40

## Qualité des mesures



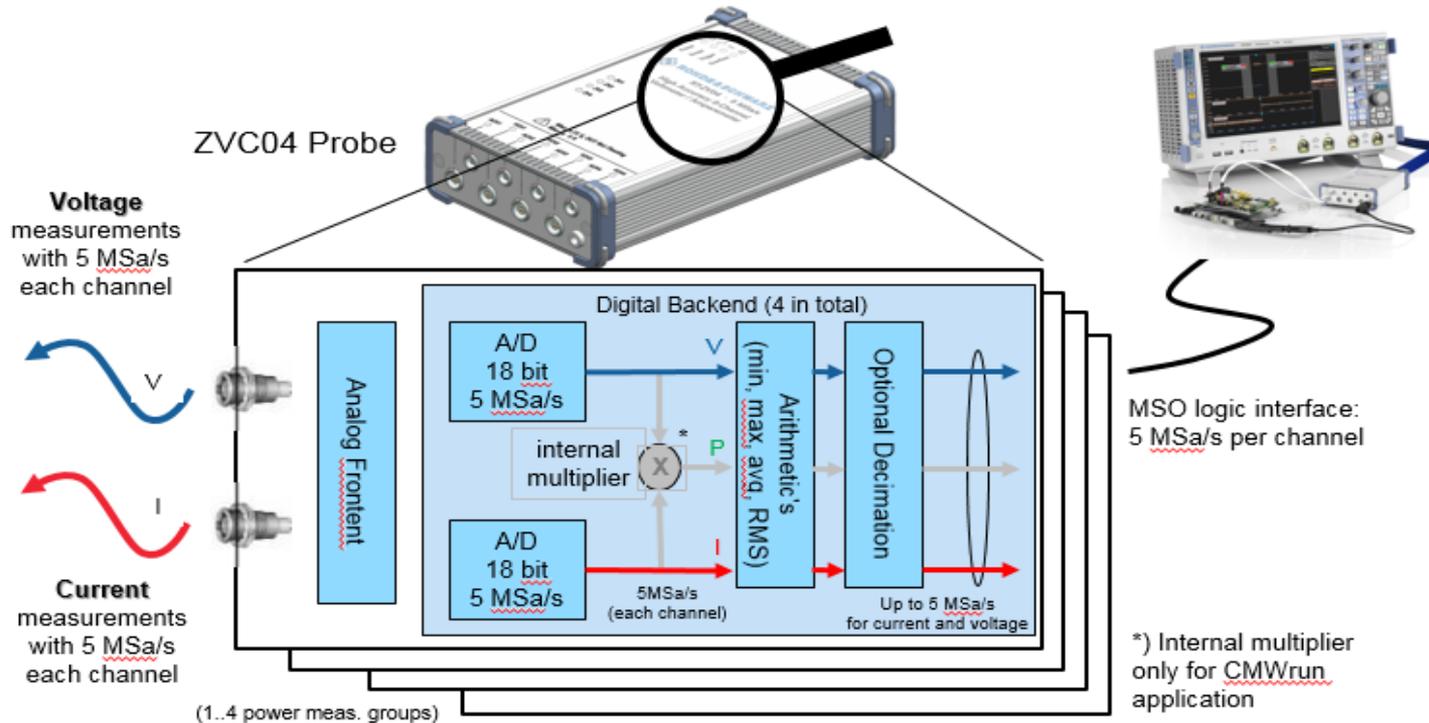
Switching (low freq FFT)



EMI/coupling (high freq FFT)

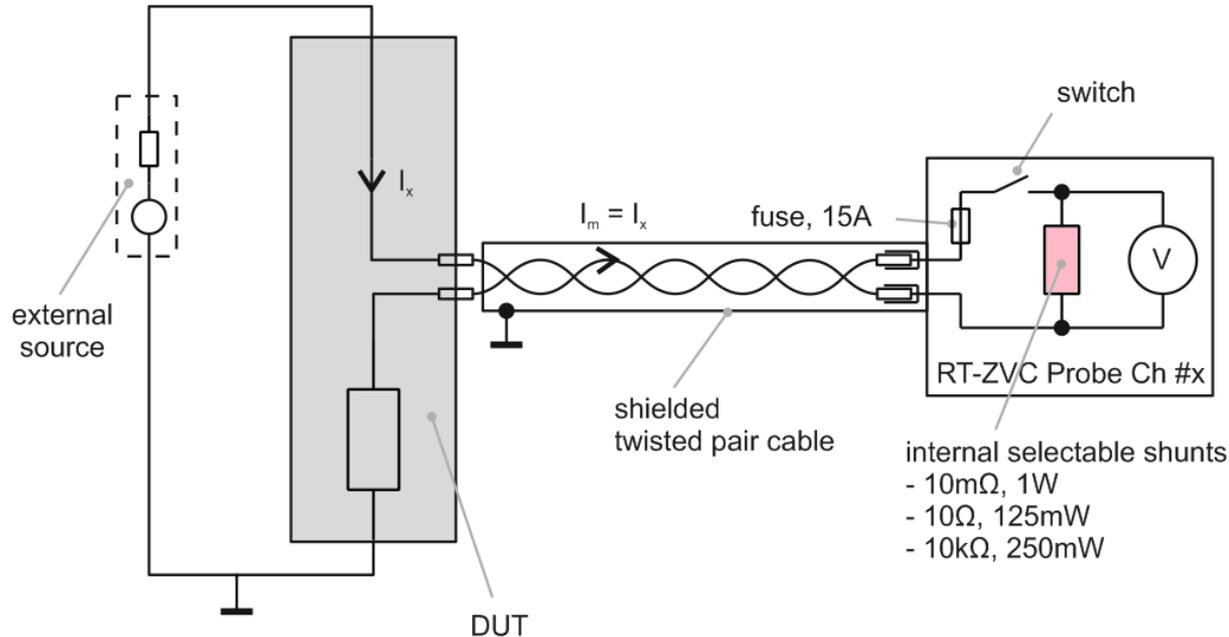
# Sondes Multi Channel Power Probe R&S®RT-ZVC

## Principe



# Sondes Multi Channel Power Probe R&S®RT-ZVC

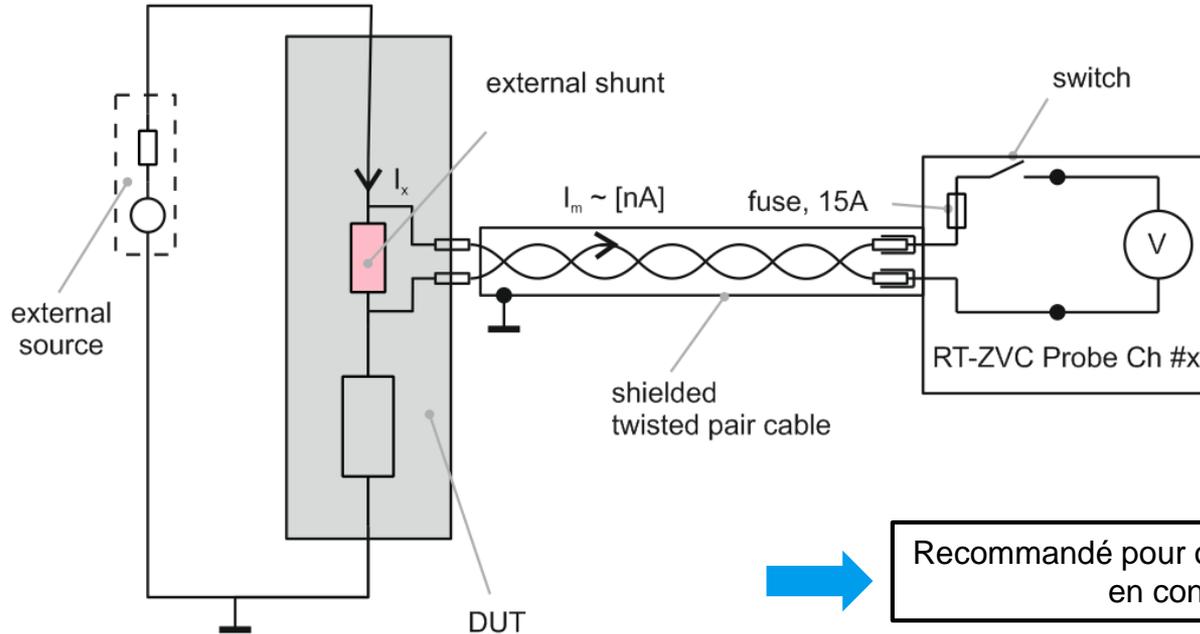
## Principe de la mesure de courant par shunt interne



- Commutation aisée du calibre du courant

# Sondes Multi Channel Power Probe R&S®RT-ZVC

## Principe de la mesure de courant par shunt interne



- Les entrées courant peuvent être utilisées comme voltmètre haute impédance
- Calibre +/-45 mV and +/-450 mV

Recommandé pour optimiser la pleine échelle en condition réelle

# Sondes Multi Channel Power Probe R&S®RT-ZVC

## Caractéristiques

- Pour RTE et RTO
- Mesures de consommation de puissance en corrélation d'autres signaux analogiques ou numériques
- ADC 18 bits
- 2 ou 4 voies tension et courant
- Gamme de courant de 4.5  $\mu$ A à 10A
- Gamme de tension de 1.88 V à 15 V
- 1 MHz de bande passante
- 5MSa/s par canal



# Sondes Multi Channel Power Probe R&S®RT-ZVC

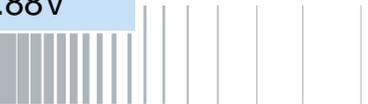
## Caractéristiques

- Contrôle complet par l'oscilloscope
  - Calibre courant défini par le shunt et les amplifications
  - Calibre tension défini par les amplifications
- Gamme de tension
  - +/-15 V to GND

Ammeter				
Shunt	Gain = 10		Gain = 100	
	LSB	scale	LSB	scale
10K	381pA*	45µA	38pA*	4.5µA
10R	381nA	45mA	38nA	4.5mA
0R01	381µA	10A	38µA	4.5A
Ext.	3.81µV	450mV	381nV	45mV

Voltmeter		
Gain	LSB	scale
1/3	114µV	15V
2/3	57µV	7.5V
4/3	28µV	3.75V
8/3	14µV	1.88V

Peux servir de voltmètre haute sensibilité



# Sondes Multi Channel Power Probe R&S®RT-ZVC

## EX: Consommation d'un dispositif Bluetooth Low Energy

Tension d'alimentation



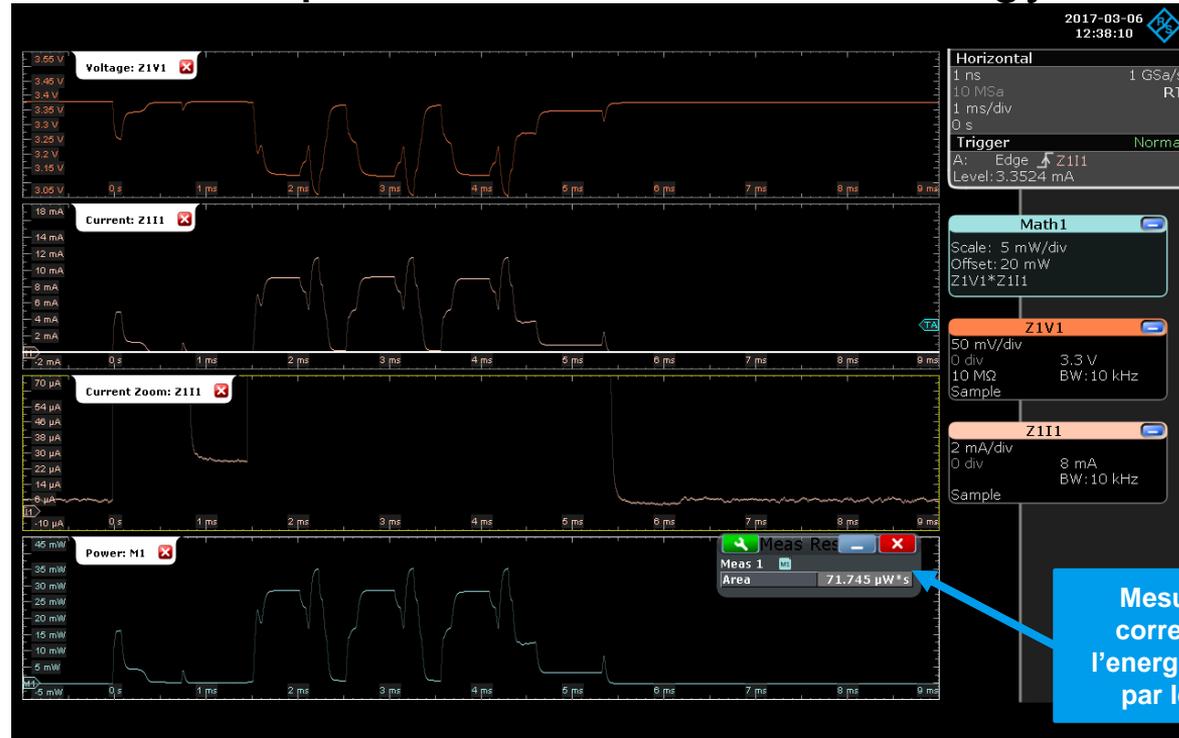
Courant avec des pics de 12 mA



Zoom sur le courant de repos de quelques  $\mu\text{A}$



Fonction mathématique sur la puissance instantanée

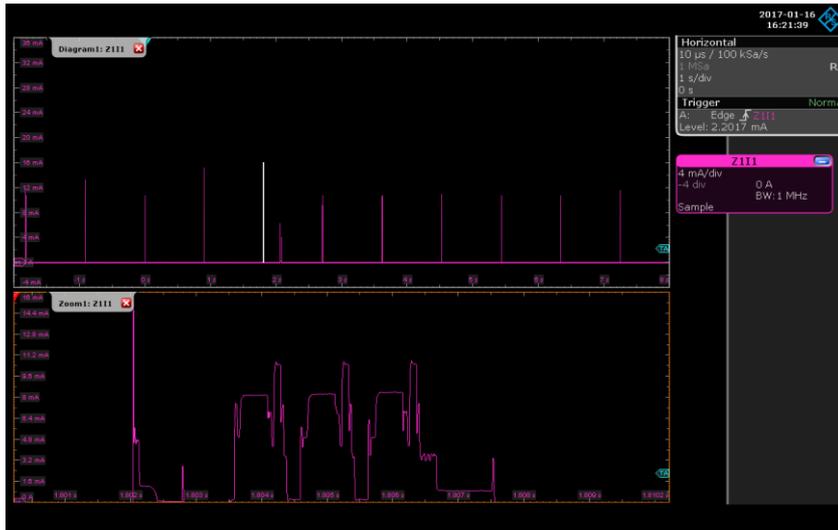


Mesure de l'aire correspondant à l'énergie consommée par le dispositif

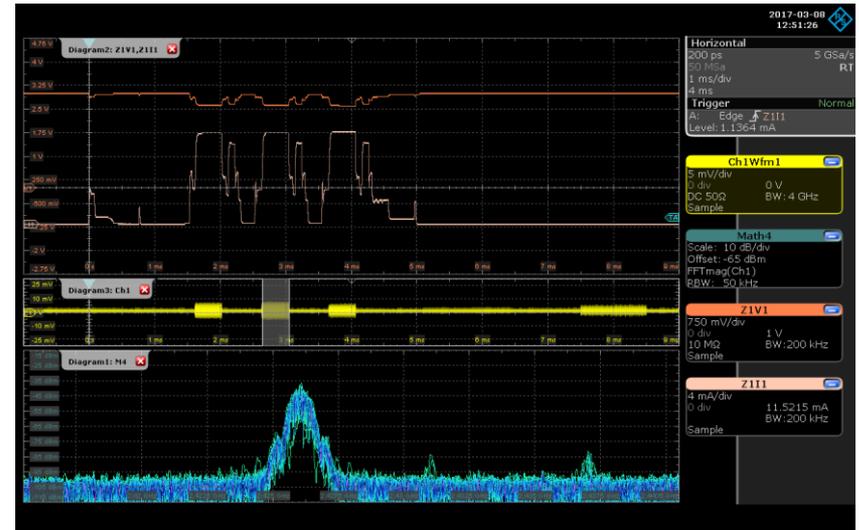
# Sondes Multi Channel Power Probe R&S®RT-ZVC

## EX: Mesures Long-Term / Multi Domain

Mesure Long-term avec zoom quand BLE est actif



Mesure Multi-domaine :  
BLE consommation de courant/  
transmission wireless



Merci

