

# Mesures en hyperfréquences



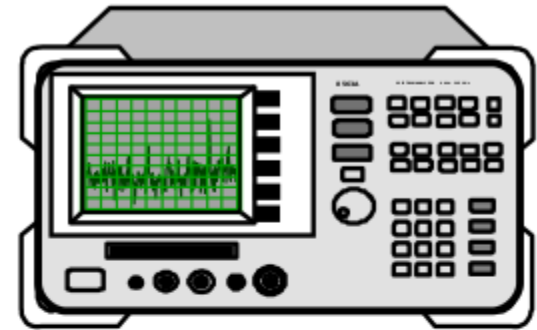
*Analyseur de réseau vectoriel*

Franck Daout  
fdaout@parisnanterre.fr

<https://cva-geii.parisnanterre.fr/>

CFD - Bourges

## Mise en œuvre d'une mesure :



- ✓ Quelle grandeur veut-on mesurer ?
- ✓ Quel format sera le plus approprié?
- ✓ Quelles sont les conditions de la mesure?
- ✓ Quel calibrage utiliser?

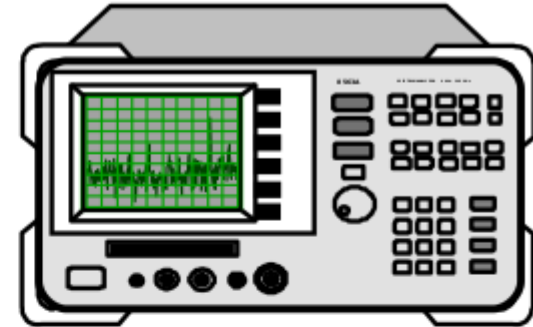
## Mise en œuvre d'une mesure:

### Exemple: Recette d'un atténuateur mini-circuit UNAT-1



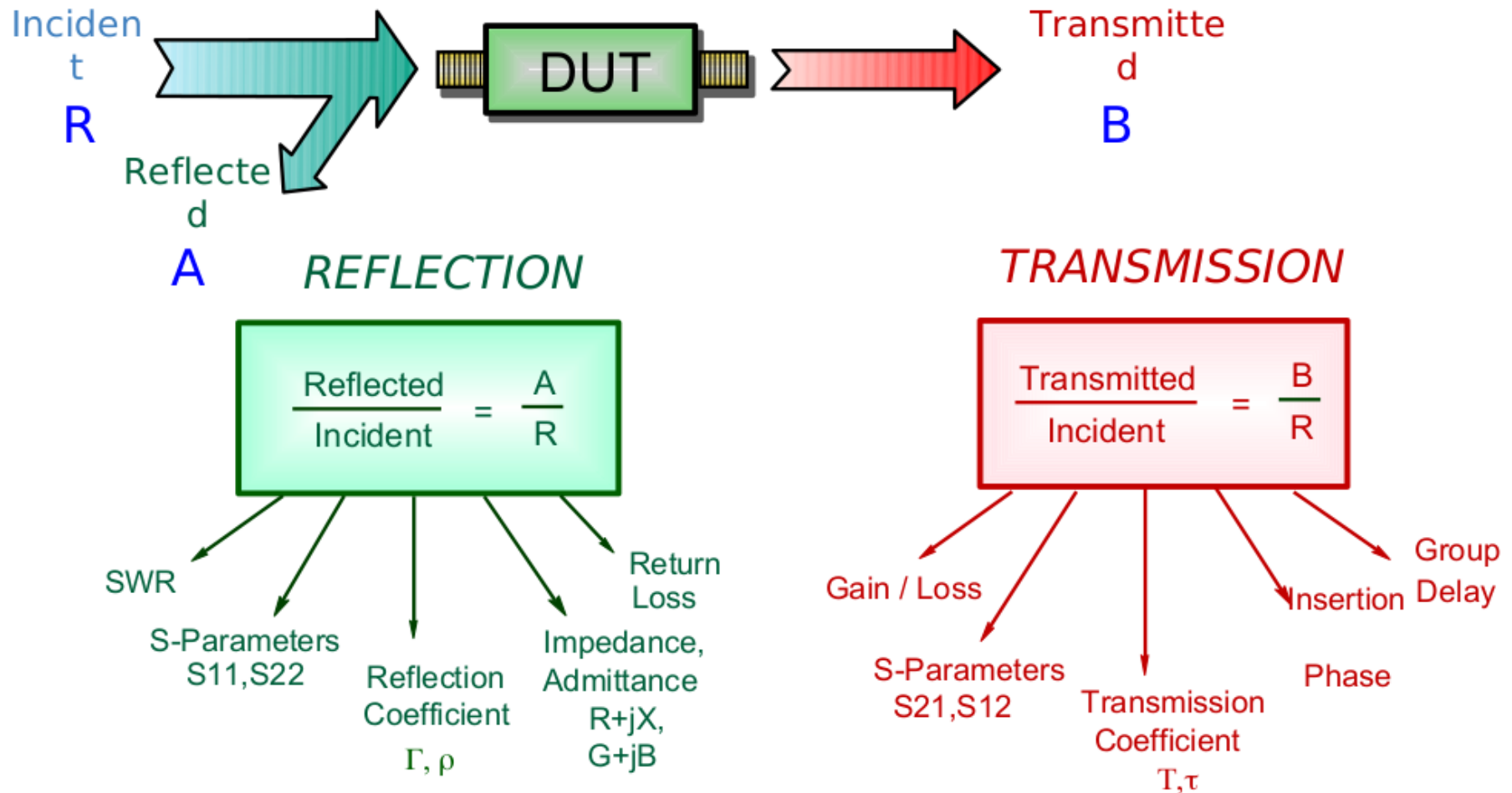
FREQ. RANGE (MHz)	ATTENUATION * (dB) Flatness **					VSWR (:1)					MAX. INPUT POWER (W)
	DC-3 GHz		3-4.5 GHz	4.5-6 GHz	DC-6 GHz	DC-3 GHz		3-4.5 GHz	4.5-6 GHz		
	Nom.	Typ.	Typ.	Typ.	Typ.	Typ.	Max.	Typ.	Max.	Typ.	
$f_L$ - $f_U$	Nom.	Typ.	Typ.	Typ.	Typ.	Typ.	Max.	Typ.	Max.	Typ.	
DC-6000	1±0.3	0.20	0.15	0.10	0.45	1.05	1.20	1.10	1.43	1.40	1.0

## Mise en œuvre d'une mesure :

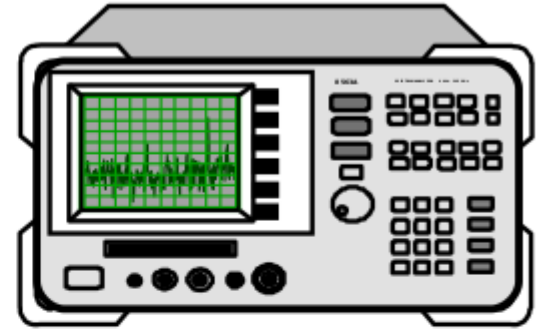


- ✓ Quelle grandeur veut-on mesurer ?
- ✓ Quel format sera-t-il le plus approprié?
- ✓ Quelles sont les conditions de la mesure?
- ✓ Quel calibrage utiliser ?

## Mesure des paramètres S



## Mise en œuvre d'une mesure :



- ✓ Quelle grandeur veut-on mesurer ?
- ✓ Quel format sera-t-il le plus approprié?
- ✓ **Quelles sont les conditions de la mesure?**
- ✓ Quel calibrage utiliser ?

*réglage du synthétiseur*

*Stimulus :*

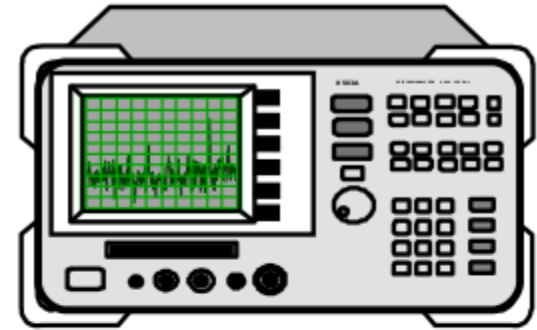
Fstart

Fstop

Power

N points

## Mise en œuvre d'une mesure :

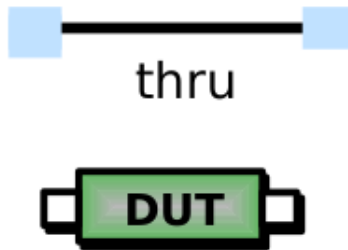


- ✓ Quelle grandeur veut-on mesurer ?
- ✓ Quel format sera-t-il le plus approprié?
- ✓ Quelles sont les conditions de la mesure?
- ✓ **Quel calibrage utiliser ?**



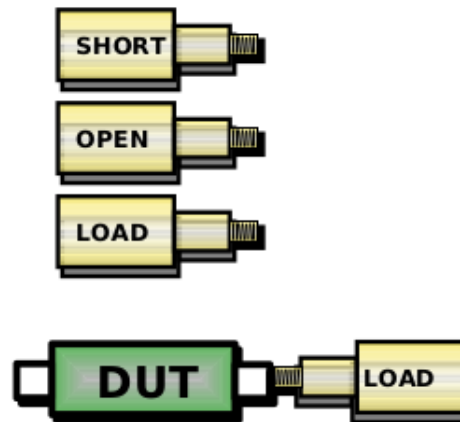
## Le choix du calibrage

### RESPONSE



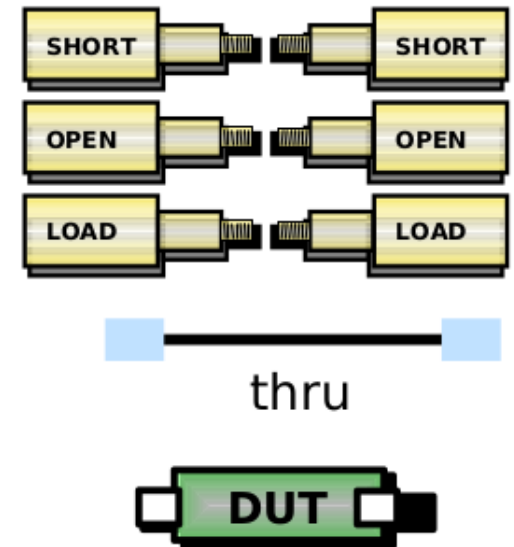
- ▣ Transmission
- ▣ rapide
- ▣ Corrige l'erreur de dissymétrie des voies

### 1-PORT



- ▣ Réfexion
- ▣ Corrige les erreurs:
  - Directivité
  - Désadaptation
  - Dissymétrie des voies

### FULL 2-PORT

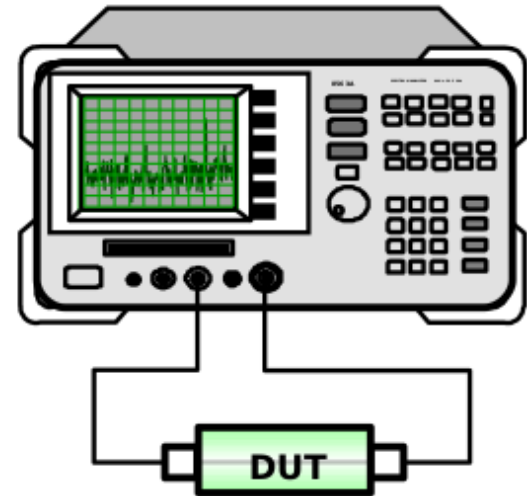


- ▣ Corrige toutes les erreurs

## **Mise en œuvre d'une mesure :**

*Les réglages successifs à faire :*

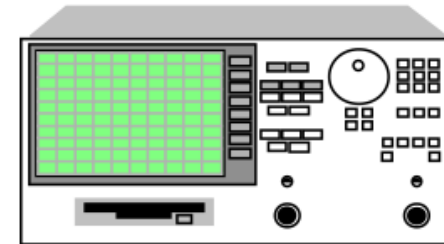
- ✓ Réglage du synthétiseur :
- ✓ Choix de l'étalonnage :
- ✓ Sélection du paramètre désiré :
- ✓ Sélection du format de la représentation:



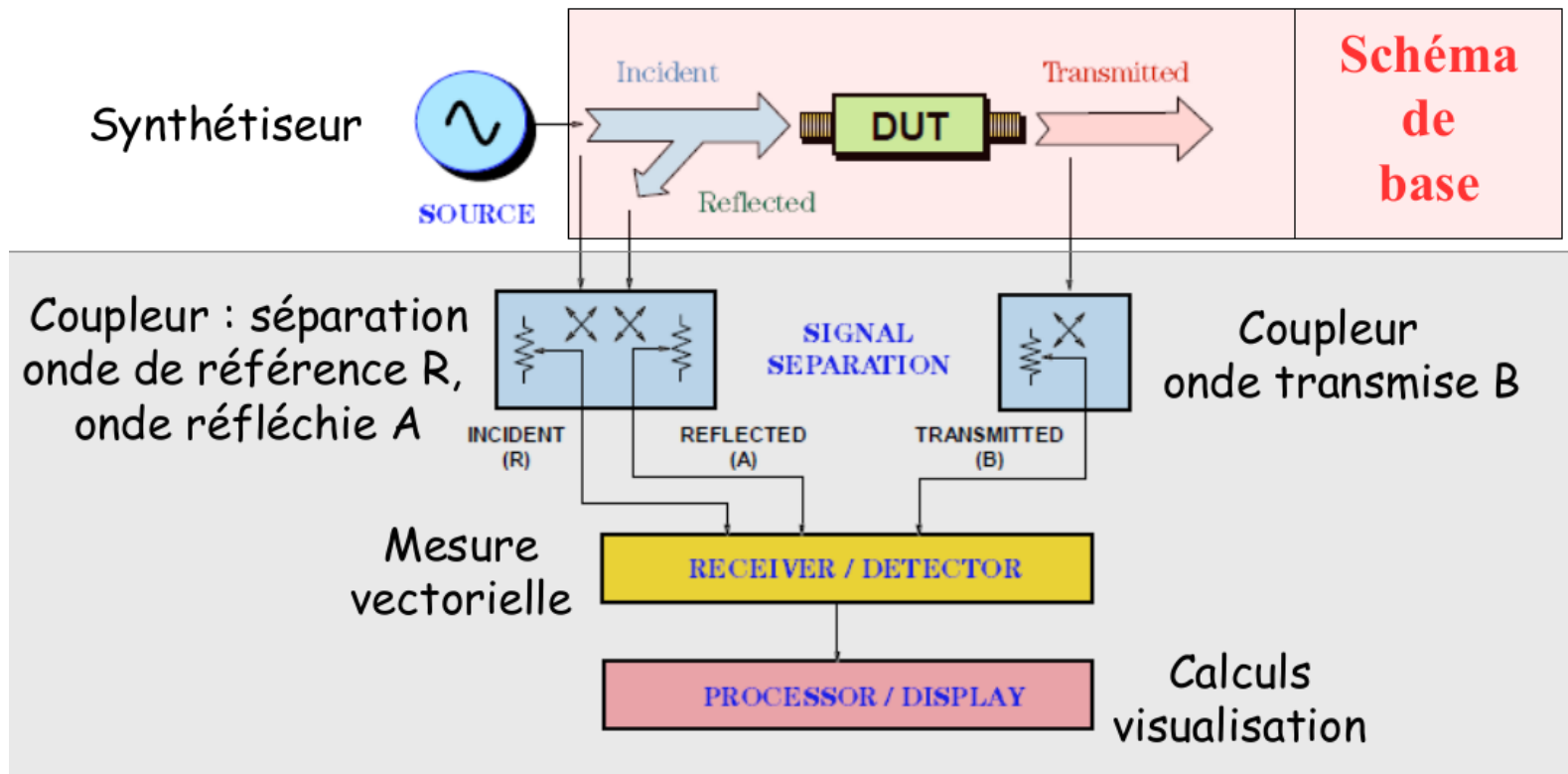
### ANALYSEUR DE RESEAUX Vectoriel Network Analyzer, VNA

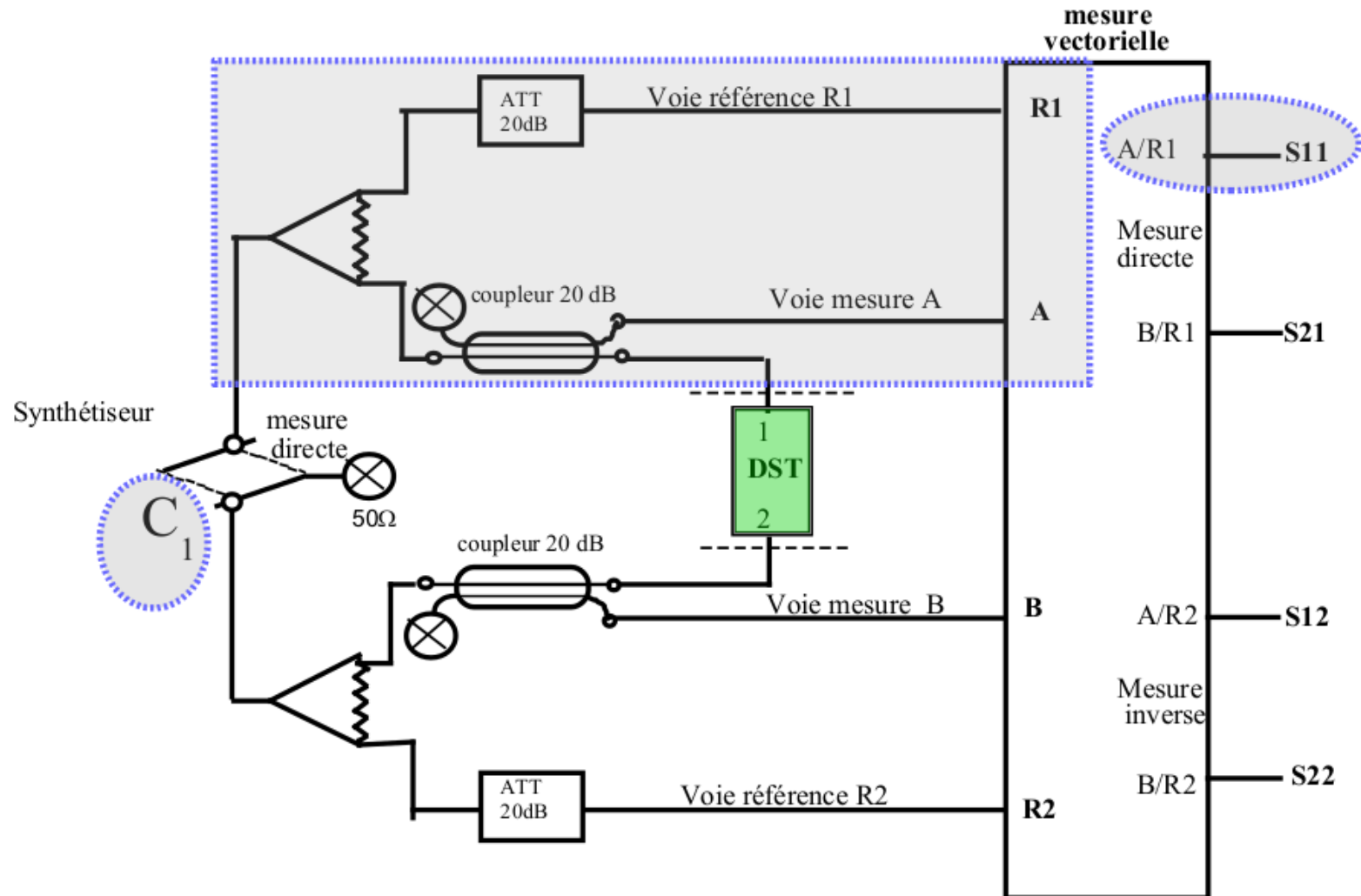
- Structure
- Étalonnage

Corriger les erreurs de :  
Directivité  
Désadaptation  
Dissymétrie des voies



# Structure de l'analyseur



Mesure du paramètre  $S_{11}$ 

## Mesure du paramètre $S_{11}$

Représentez sur le synoptique :

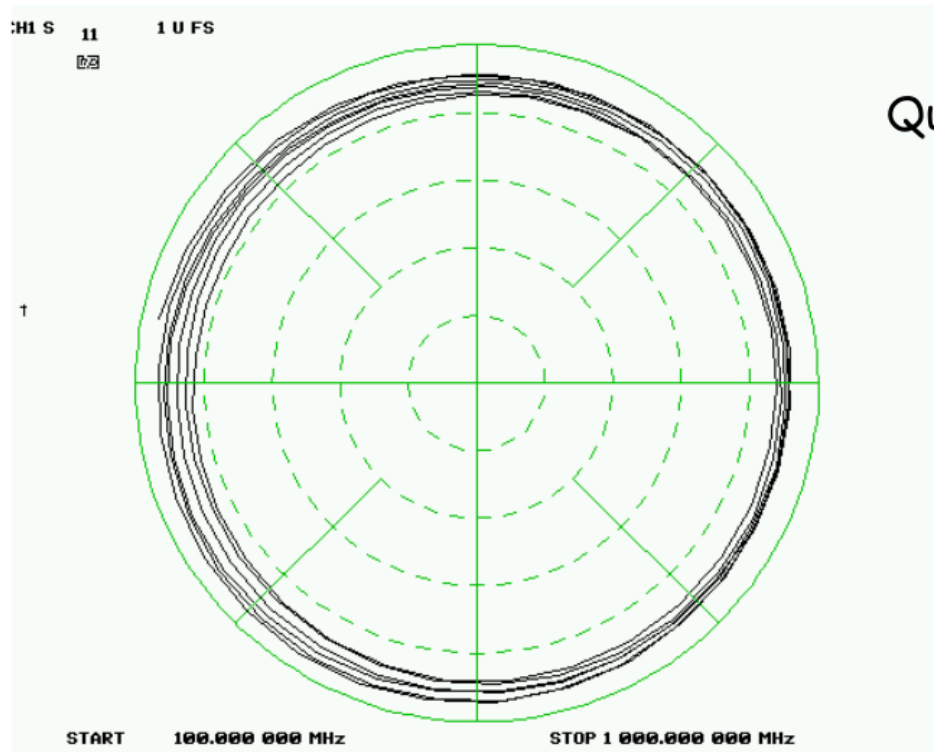
- en **rouge**, le chemin de l'onde sur **la voie référence R1**,
- En **bleu**, le chemin de l'onde sur **la voie mesure A**

Exprimez la tension  $\bar{V}_A$  en fonction du signal  $\bar{V}_{\text{syn}}$  issu du synthétiseur

Exprimez la tension  $\bar{V}_{R1}$  en fonction de  $\bar{V}_{\text{syn}}$

En déduire  $\bar{S}_{11}$ .

## Mesure du $S_{11}$ d'une charge purement réactive



Quels sont les origines :

- de la variation de la phase ?
- Du rapport des amplitudes ?

Relevé d'écran avant étalonnage.

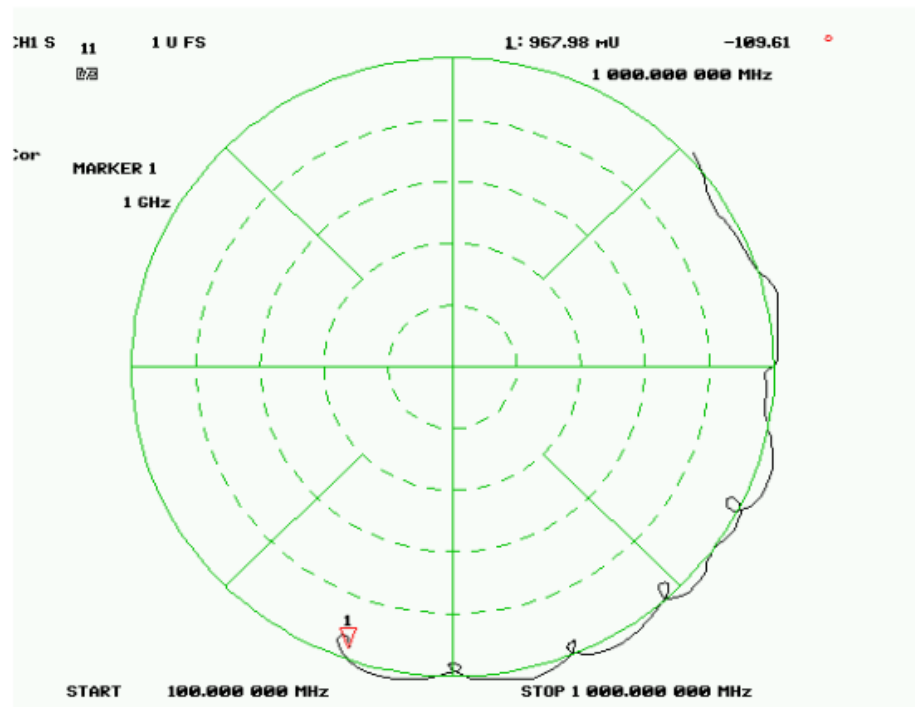
## Mesure du $S_{11}$ d'une charge purement réactive

Quelle étape de mesure proposez-vous afin de réaliser la mesure de  $\bar{S}_{11}$  ?

Quel étalon peut-on utiliser ?

Comparez à la procédure de mesure utilisée pour la mesure du paramètre  $\bar{S}_{11}$  à 100 MHz.

Cet étalonnage à l'aide d'un seul étalon et supprimant l'erreur de dissymétrie est appelé « RESPONSE » ou « NORMALISATION ».



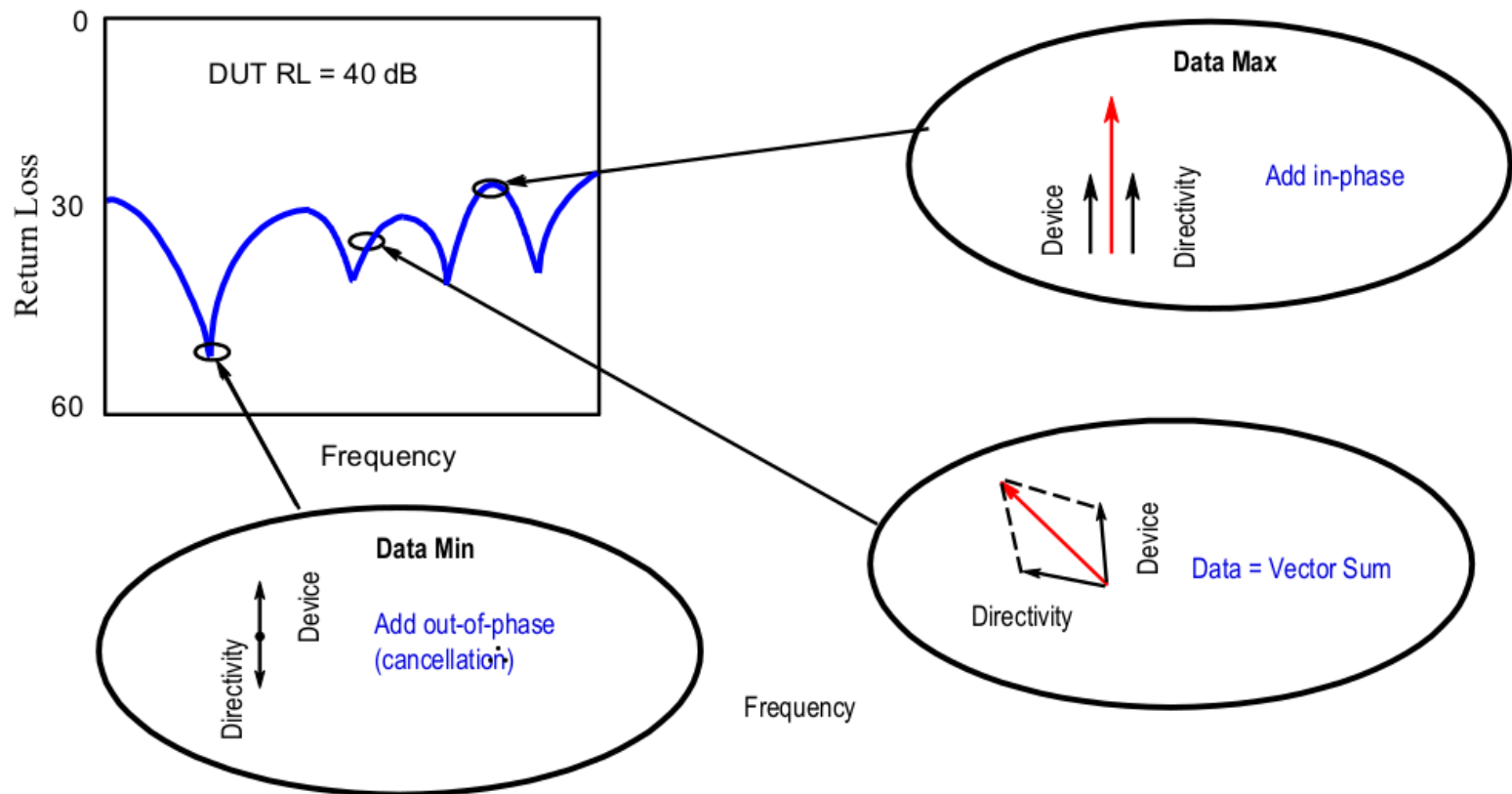
Résultat après calibrage «response»:

Concluez sur l'allure de la courbe:  
Quels problèmes observez-vous?

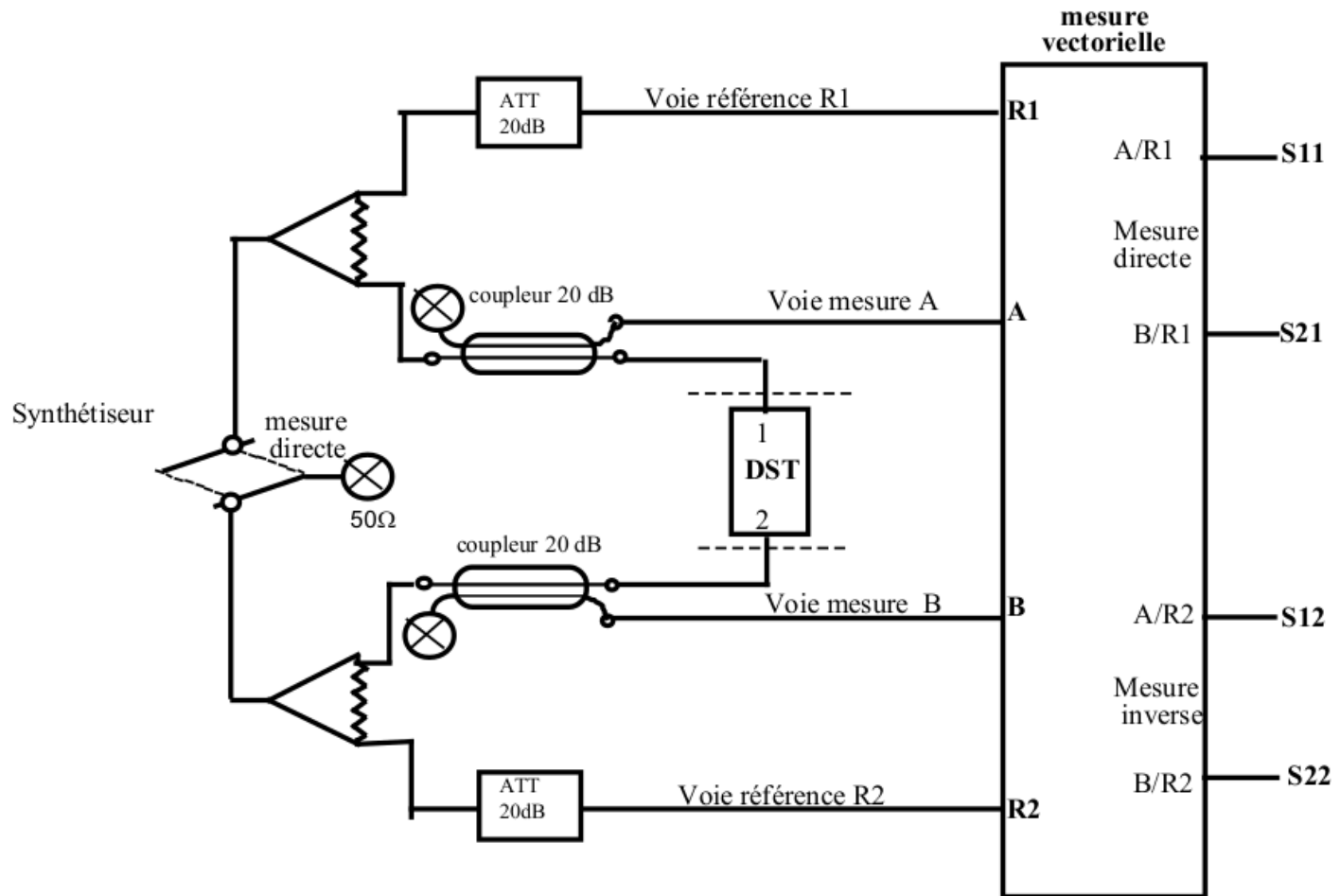


## Mesure du $S_{11}$

Effet des erreurs sur l'allure des courbes

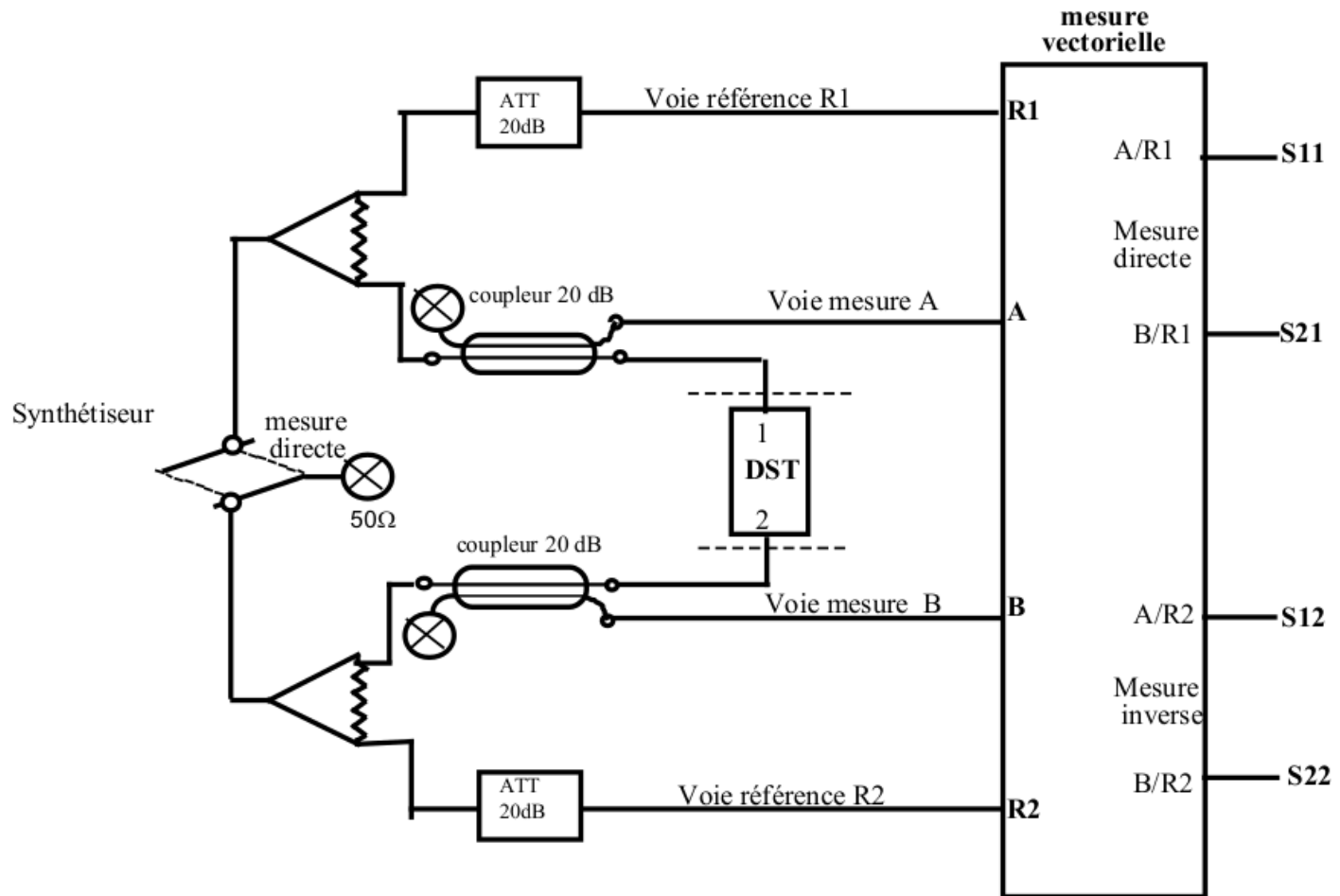


## Erreur de directivité du coupleur



Représenter le chemin de la tension liée à l'erreur de directivité ?

## Erreur de désadaptation de la voie de mesure



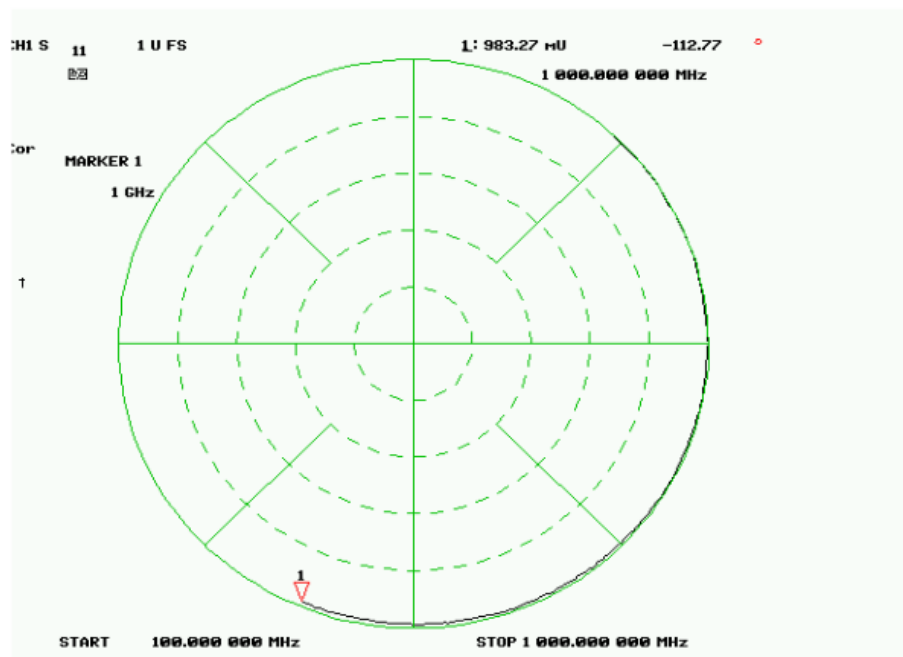
Représenter le chemin de la tension liée à la désadaptation de la voie de mesure ?

## Mesure du $S_{11}$

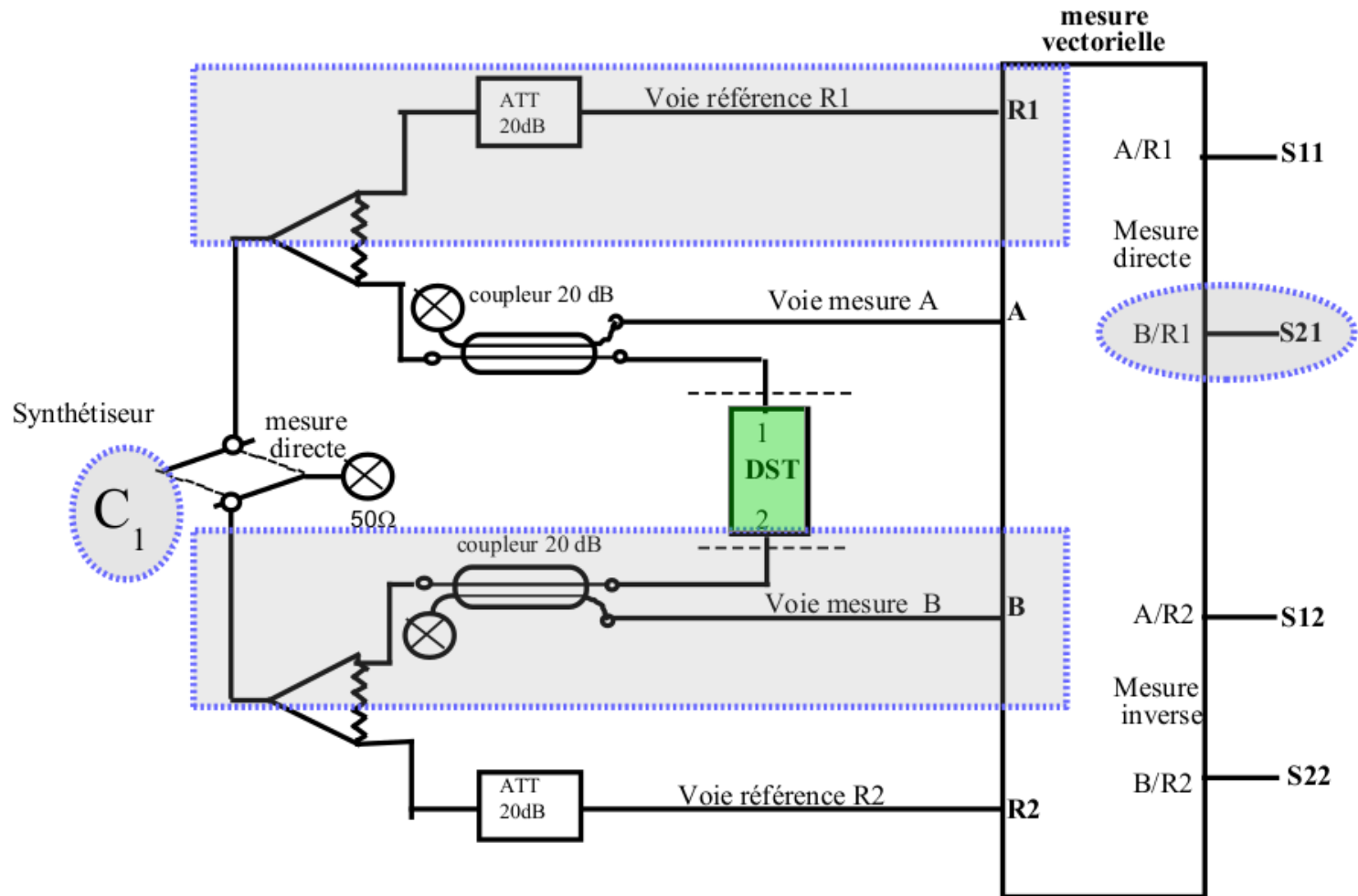
L'étalonnage complet d'un port à l'aide de trois étalons (court-circuit, circuit ouvert et charge adaptée) et supprimant les trois erreurs est appelé « One Port ».

Résultat après calibrage « One Port »:

Conclusion:



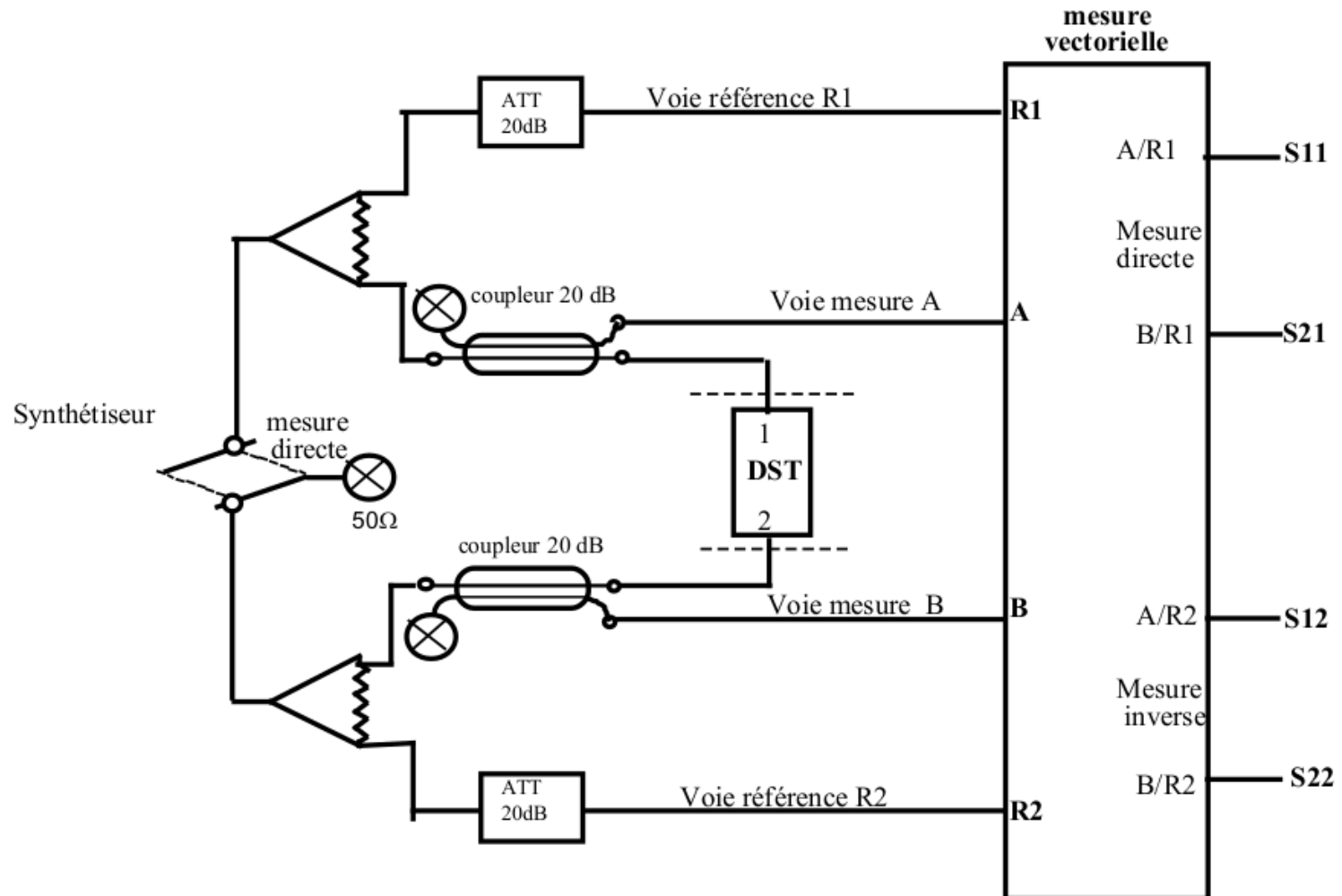
## Mesure du $S_{21}$



### Mesure du $S_{21}$

- Représentez sur le synoptique :
  - Le chemin de l'onde sur la voie référence R1
  - Le chemin de l'onde sur la voie mesure B
- En déduire la nécessité d'un étalonnage. Quel est l'étalon utilisé?
- A quoi sont dues les erreurs à corriger ?

## Mesure du $S_{21}$



# Étalonnage & mesure

- L'étalonnage et la mesure sont étroitement liés :
  - Les conditions relatives à la source (fréquence, puissance..) lors de l'étalonnage sont conservées pour la mesure
  - Les étalons doivent avoir des accès identiques à ceux de l'objet à mesurer.
- Les étalons doivent être
  - Parfaitement connus
  - Reproductibles

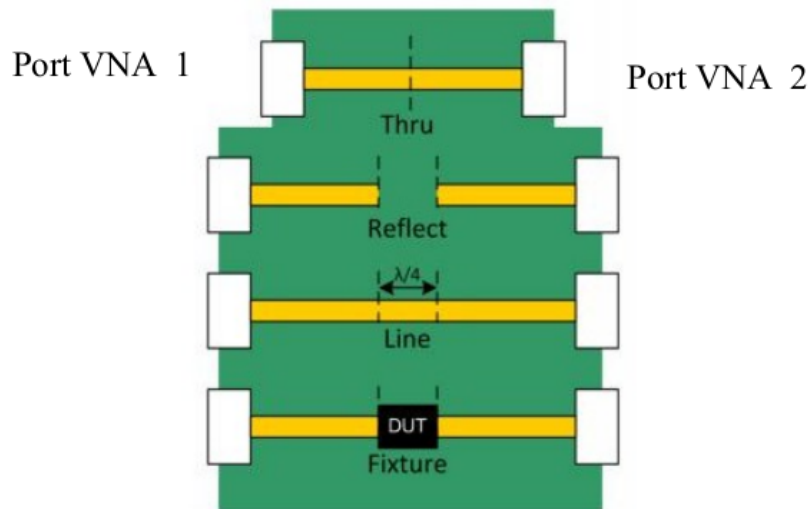
**La précision de la mesure dépend de la qualité de l'étalonnage**



## Type de calibration

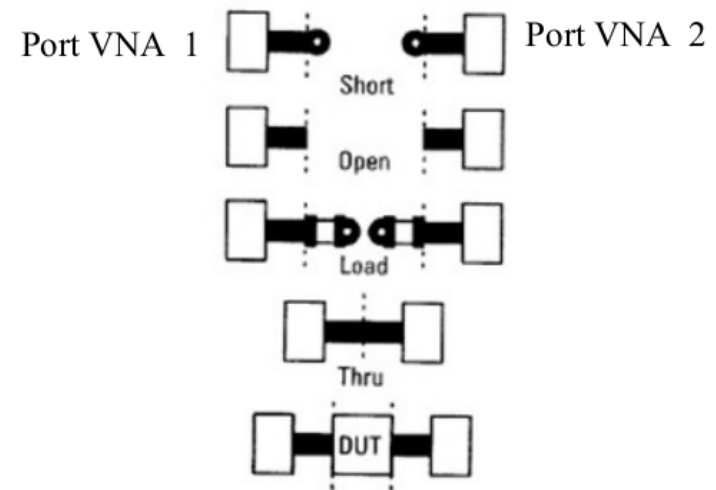
### Thru Reflect Line (TRL)

- ✓ Initialement développé pour environnements non coaxiaux (lignes, guides...)
- ✓ Étalons : facile à fabriquer, n'ont pas à être caractérisés
- ✓ Bonne précision



### Open Short Thru Load (OSTL)

- ✓ Mise en œuvre simple
- ✓ Large bande
- ✓ Nécessite une bonne caractérisation des étalons
- ✓ Performance dégradées aux hautes fréquences



## Procédure de mesures

*Stimulus : réglage du synthétiseur*

Power  
Fstart  
Fstop  
N points

*Choix du type calibrage*

### Mesures en réflexion

Choix du Kit cal

1) Cal Response (1 étalon à présenter)

Erreur corrigée :

2) Cal S11 one port (3 étalons à présenter)

Erreur corrigée :

### Mesures en transmission

Choix du Kit cal

1) Cal Response « thru ». (1 transmission)

Erreur corrigée :

2) Cal full Two ports :

3 étalons à présenter sur chaque port

1 liaison directe

Erreur corrigée :

### Notation sur la face avant des analyseurs de réseaux

