

# AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL CMOS 0.35UM C35B4 AMS

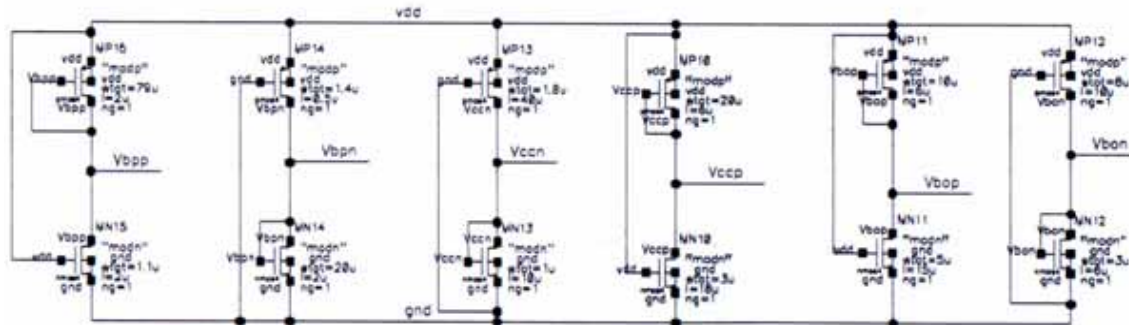
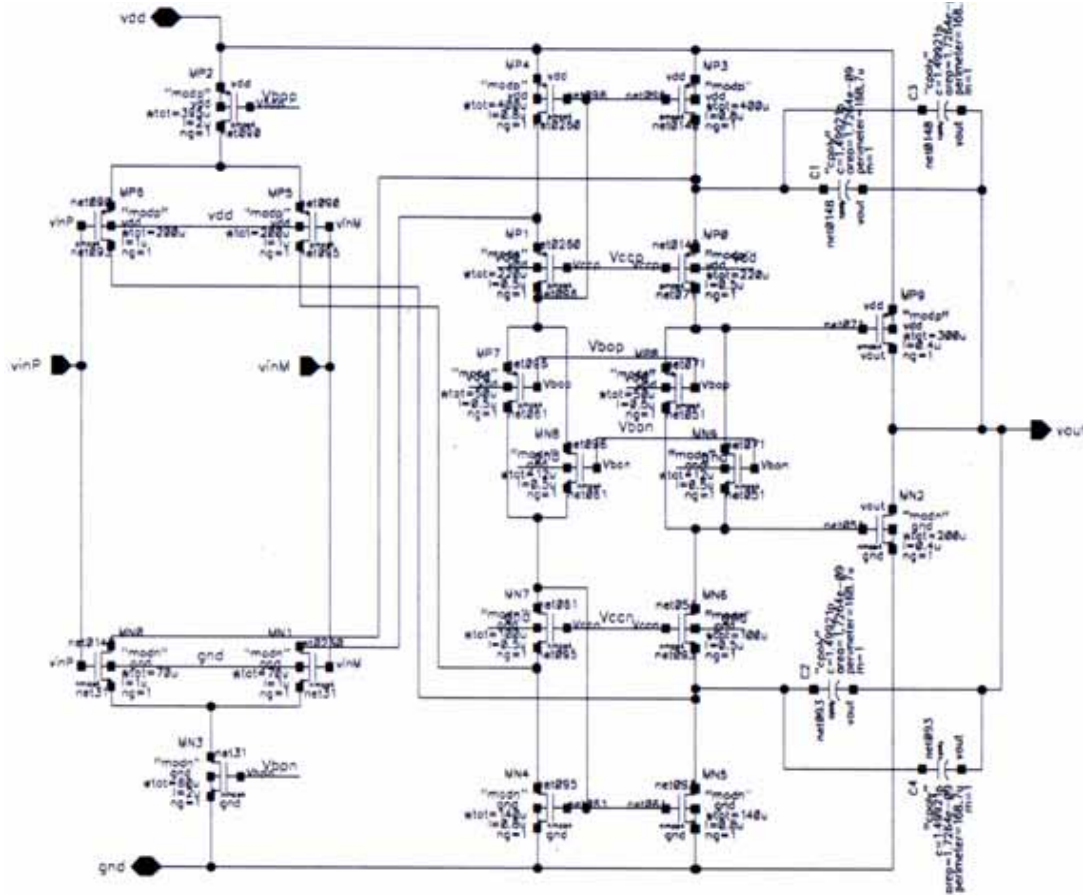
- ✦ Besoins
- ✦ Architecture implantée
- ✦ Résultats de simulations et mesures

# BESOINS



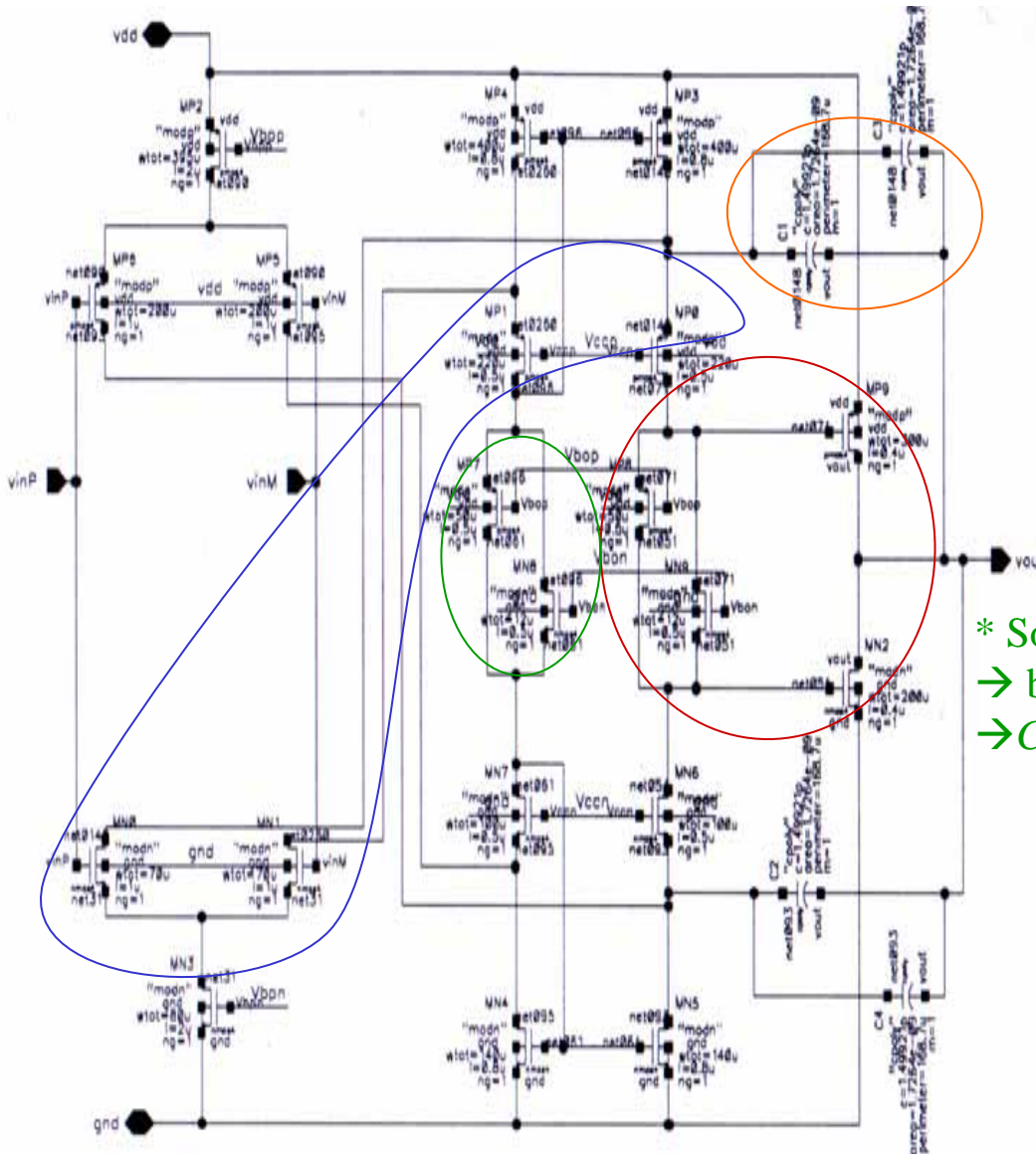
- ✦ Physique nucléaire; traiter les signaux images du courant issus d'un PAC
  
- ✦ **2 amplis** —→ *ENTRÉE:* envoyer le signal issu de la physique vers le coeur de la matrice analogique.
  - \* Driver 2 a 3pF en interne
  - \* Dynamique 2V entrée/sortie; suiveur
  - \* BP 350MHZ, Temps montée signal 1ns jusqu'à 500mV
  
- *SORTIE:* extraire les valeurs analogiques memorisées en interne vers un codeur externe.
  - \* Driver jusqu'à 15 a 20pF (pads + circuit imprimé + codeur)
  - \* Période des paliers analogiques à extraire 20ns
  - \* Temps d'établissement maximal de 10ns

# Amplificateur opérationnel à deux étages Utilisant les techniques de cascode empilé



IEEE journal of solid state circuits  
Vol 29, no 12, dec 1994  
Ron Hogrovost.

# Amplificateur opérationnel à deux étages



\* Rail to rail entrée/sortie

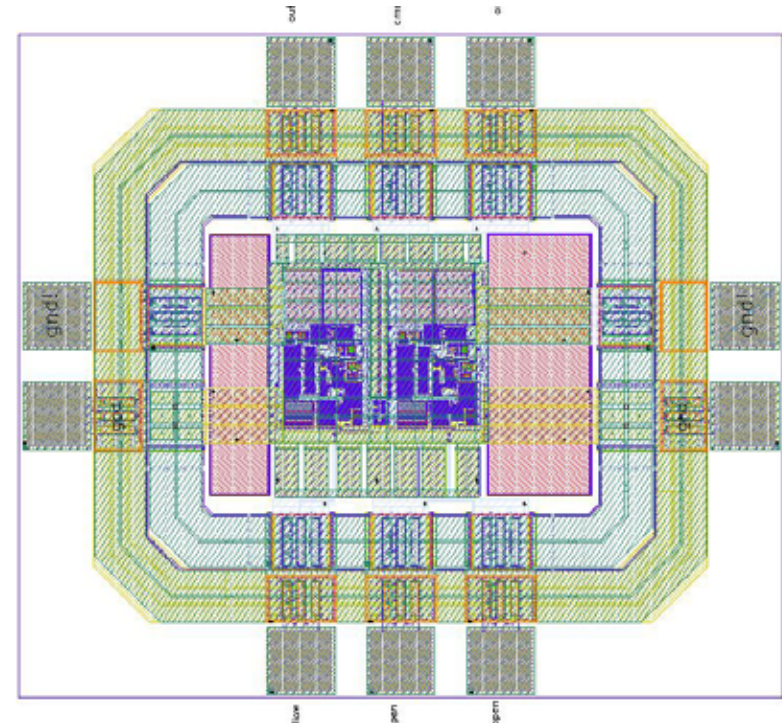
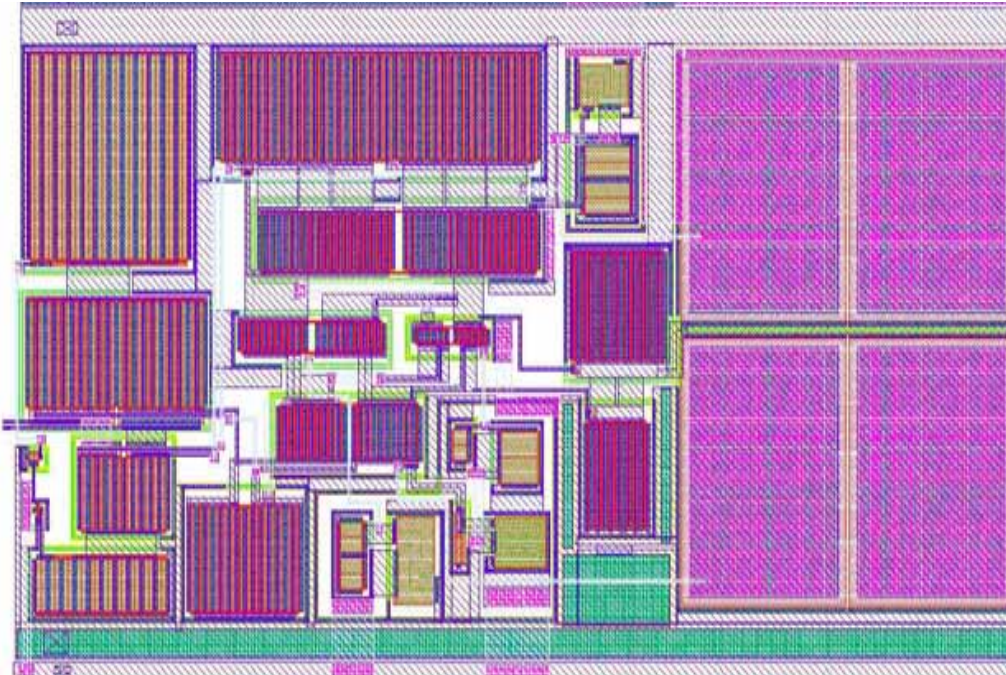
\* Cascode replié

\* Etage de sortie classe AB + driver  
→ Contribution négligeable à l'offset + bruit  
→ offset + bruit comparables à ampli 3 étages

\* Source de courant flottante  
→ bias de l'étage de sortie et du "summing circuit"  
→ Courant indépendant des tensions d'alimentation

\* Compensation en fréquence Miller cascode

**Dimensions du layout (ampli seul avec ses alims) :**  
 **$132.025\mu\text{m} * 225\mu\text{m}$ , soit  $0.0297\text{mm}^2$ .**



		TYPIQUE	WCS	WCP
Consommation	Alimentations	Gnd/3.3V	Gnd/3.3V	Gnd/3.3V
	courant	5.2mA	3mA	11.8mA
	puissance	17mW	10mW	39mW
Boucle ouverte	Marge de phase	71°	69.5°	70°
	Fréquence de transition Ft	145MHz	104MHz	205MHz
	Gain G <sub>BO</sub>	92dB	104dB	68dB
Boucle fermée	Gain G <sub>BF</sub>	0dB (suiveur)	0dB (suiveur)	0dB (suiveur)
	Fréquence de coupure	407MHz	307MHz	393MHz
	Capacité de compensation	3pF	3pF	3pF
Slew Rate	SR+	220V/µs		
	SR-	335V/µs		
Taux de réjection De mode commun	TRMC	115dB jusqu'à 260kHz	121dB jusqu'à 71kHz	102dB jusqu'à 2.3MHz
Taux de réjection Des alimentations	PSRR+ (3,3V)	82dB jusqu'à 21kHz	92dB jusqu'à 4.5kHz	64dB jusqu'à 232kHz
	PSRR- (GND)	80dB jusqu'à 33kHz	91dB jusqu'à 6.2kHz	60dB jusqu'à 471kHz
Bruit	Bruit en sortie	122µV <sub>RMS</sub>	132µV <sub>RMS</sub>	106µV <sub>RMS</sub>
	Bruit en entrée	4,4nV/√Hz @ 10MHz 23,4nV/√Hz @ 10kHz		
Capacité d'entrée	C <sub>IN</sub>	1pF	1pF	1pF
Dynamique	Entrée	2V (centrée sur 1,65)	2V (centrée sur 1,65)	2V (centrée sur 1,65)
	Sortie	3,3V (centrée sur 1,65)	3,3V (centrée sur 1,65)	3,3V (centrée sur 1,65)
Erreur statique	Au point de fonctionnement	37µV		
	Maximale (pour 2V en entrée)	64µV		

## Résultats de simulations Ampli de sortie

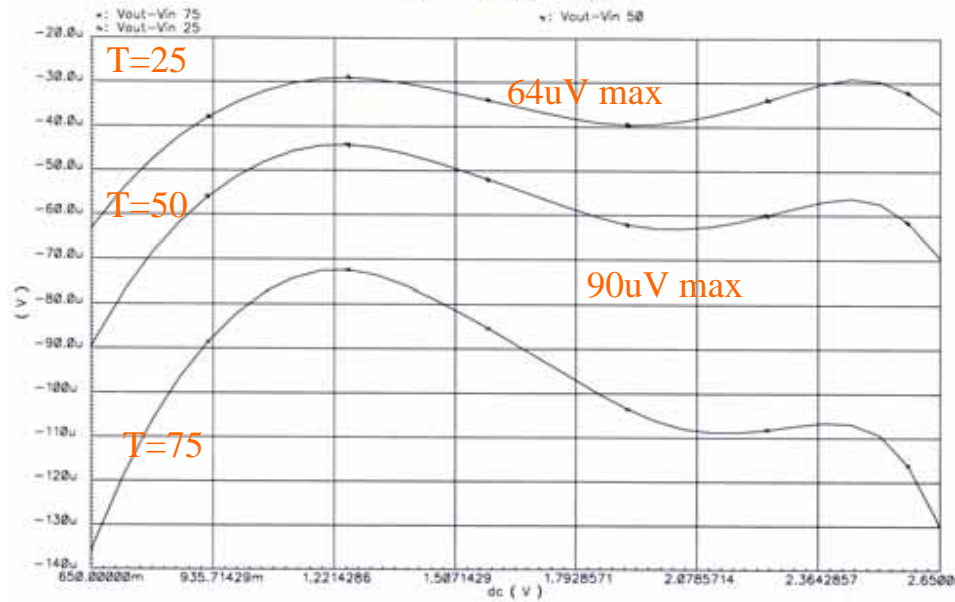
Caractéristiques principales @T=27°C, C<sub>L</sub>=10pF

		simulation	
		schéma	Layout+pads+bonding
<b>Consommation</b>	Alimentations	Gnd/3.3V	
	courant	5.2mA	
	puissance	17mW	
<b>Boucle ouverte</b>	Marge de phase	75°	70°
	Fréquence de transition Ft	145MHz	idem
	Gain G <sub>BO</sub>	92dB	idem
<b>Boucle fermée</b>	Gain G <sub>BF</sub>	0dB (suiveur)	
	Fréquence de coupure	220MHz	330MHz
	Capacité de compensation	3pF	
<b>Slew Rate</b>	SR+	220V/μs	idem
	SR-	335V/μs	idem
<b>Taux de réjection De mode commun</b>	TRMC	115dB jusqu'à 260kHz	
<b>Taux de réjection Des alimentations</b>	PSRR+ (3,3V)	82dB jusqu'à 21kHz	
	PSRR- (GND)	80dB jusqu'à 33kHz	
<b>Bruit</b>	Bruit en sortie	122μV <sub>RMS</sub>	125μV <sub>RMS</sub>
	Bruit en entrée	4,4nV/√Hz @ 10MHz	
		23,4nV/√Hz @ 10kHz	
<b>Capacité d'entrée</b>	C <sub>IN</sub>	1pF	
<b>Dynamique</b>	Entrée	2V (centrée sur 1,65)	
	Sortie	3,3V (centrée sur 1,65)	
<b>Erreur statique</b>	Au point de fonctionnement	37μV	
	Maximale (pour 2V en entrée)	64μV	

## Résultats de simulations

### Ampli de sortie

Caractéristiques principales @T=27°C, C<sub>L</sub>=5pF



## Ampli de sortie



## Erreur statique

## Taux de réjection de mode commun



simul boucle ouverte; typ: T=27; Cc=3pF; CL variable

AC Response

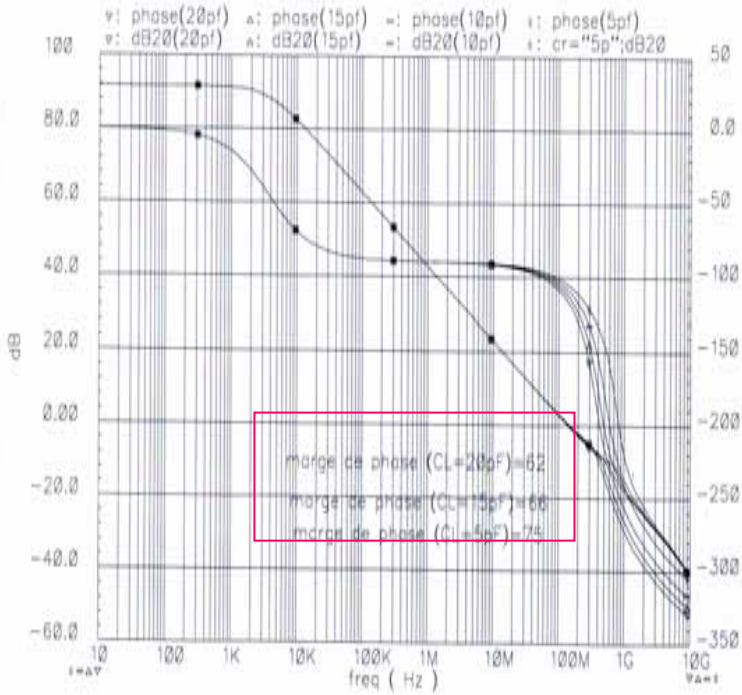
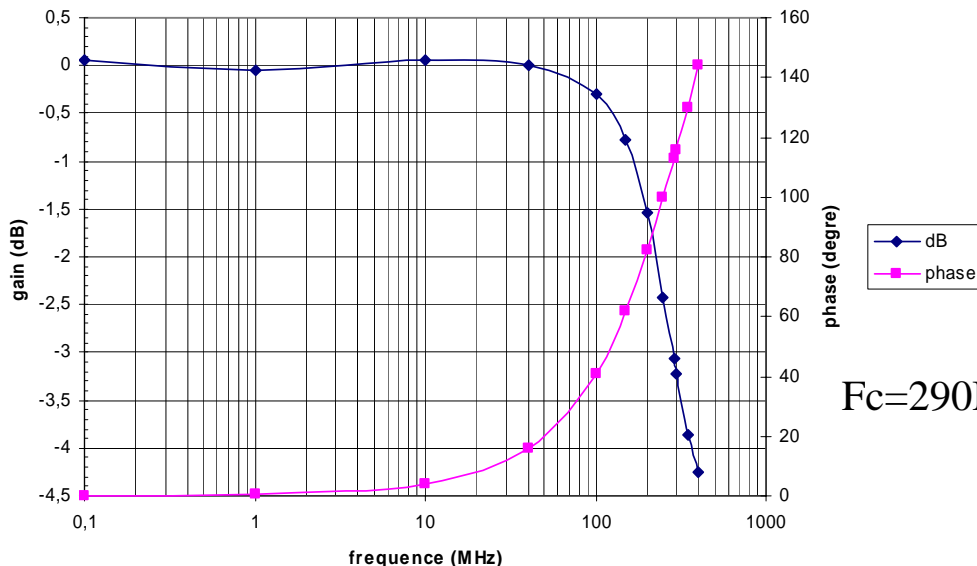
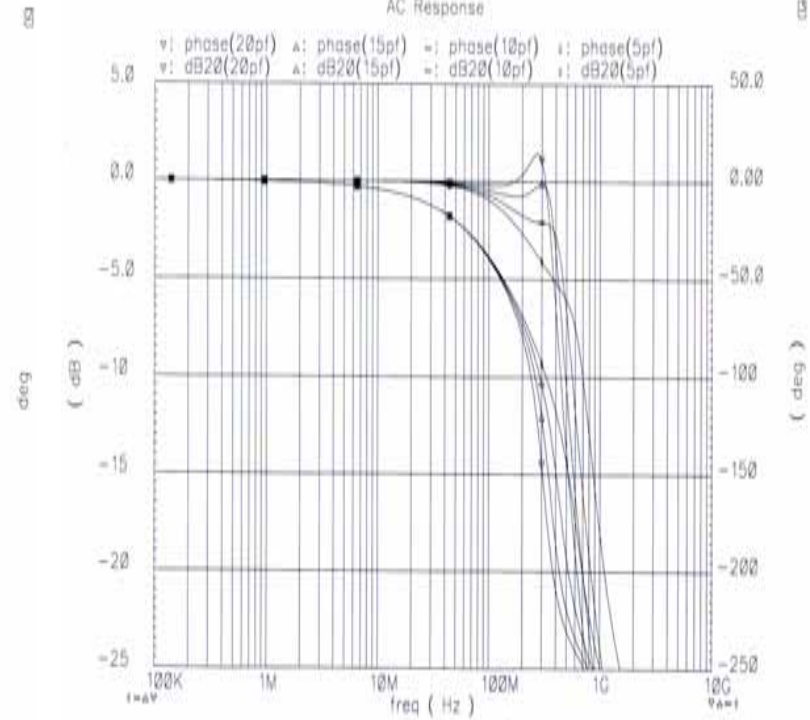


diagramme de bode (VDD=3,3V)

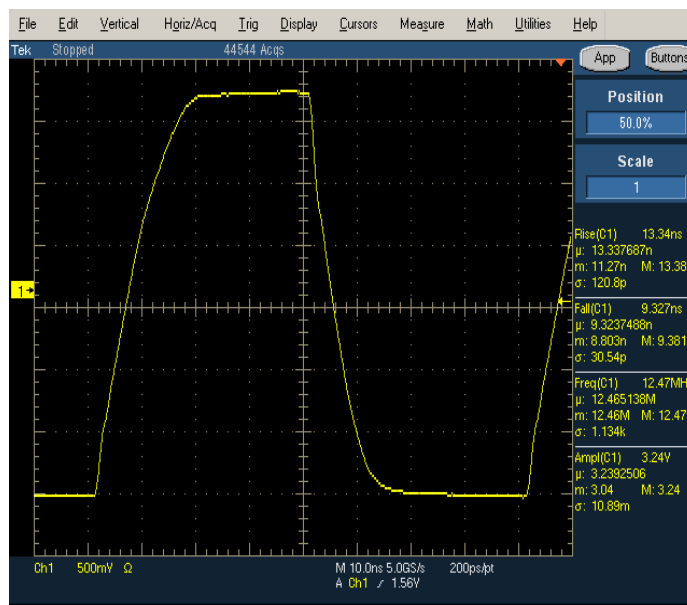
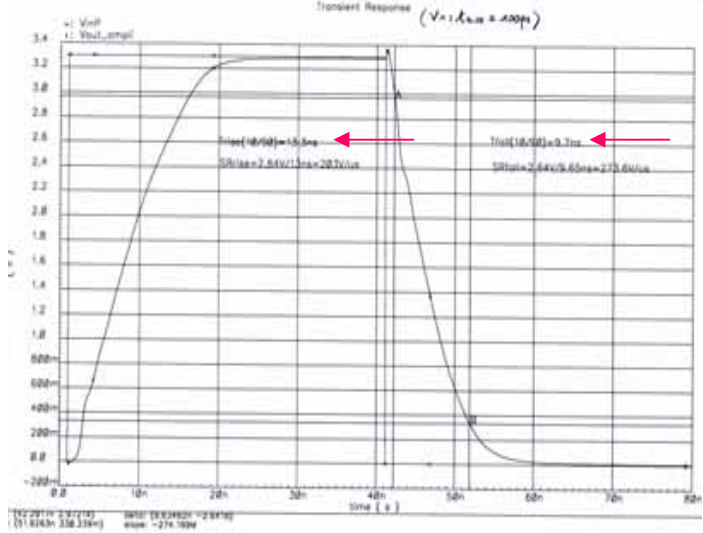
simul boucle fermee; typ: T=27; Cc=3pF; CL variable

AC Response

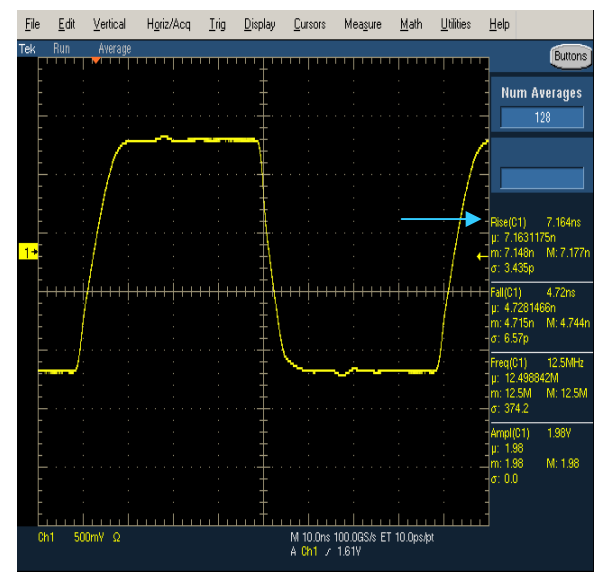
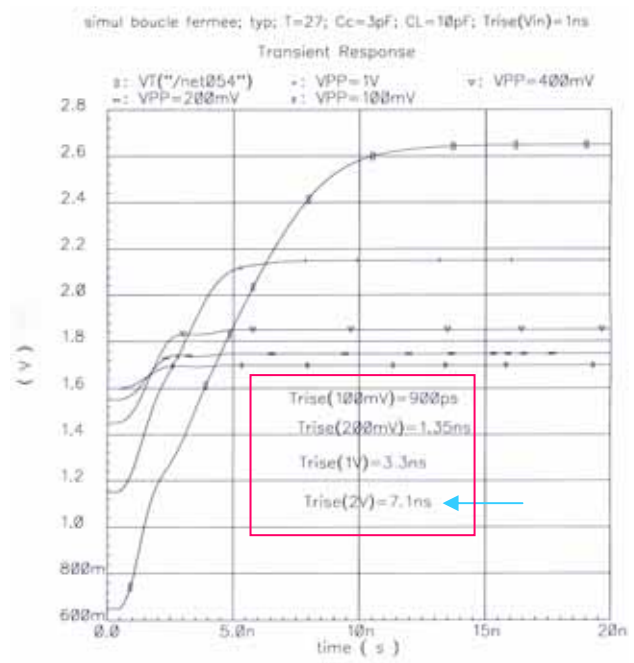
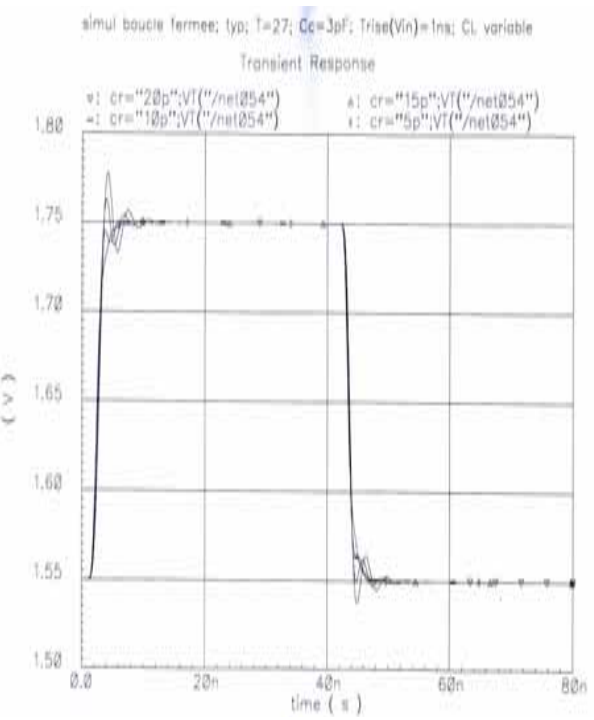


$F_c = 290 \text{ MHz}$

## Diagrammes de Bode Ampli de sortie



## Réponses transitoires Ampli de sortie



<b>Consommation</b>	Alimentations	Gnd/3.3V
	courant	5.2mA
	puissance	17mW
<b>Boucle ouverte</b>	Marge de phase	65°/60°
	Fréquence de transition Ft	242/248MHz
	Gain G <sub>BO</sub>	92dB
<b>Boucle fermée</b>	Gain G <sub>BF</sub>	0dB (suiveur)
	Fréquence de coupure	618/578MHz
	Capacité de compensation	1.7pF
<b>Slew Rate</b>	SR+	380V/μs
	SR-	V/μs
<b>Taux de réjection De mode commun</b>	TRMC	115dB jusqu'à 260kHz
<b>Taux de réjection Des alimentations</b>	PSRR+ (3,3V)	82dB jusqu'à 35kHz
	PSRR- (GND)	79dB jusqu'à 60kHz
<b>Bruit</b>	Bruit en sortie	174μV <sub>RMS</sub>
	Bruit en entrée	4.4nV/√Hz @ 10MHz
		23,4nV/√Hz @ 10kHz
<b>Capacité d'entrée</b>	C <sub>IN</sub>	1pF
<b>Dynamique</b>	Entrée	2V (centrée sur 1,65)
	Sortie	3,3V (centrée sur 1,65)
<b>Erreur statique</b>	Au point de fonctionnement	37μV
	Maximale (pour 2V en entrée)	64μV

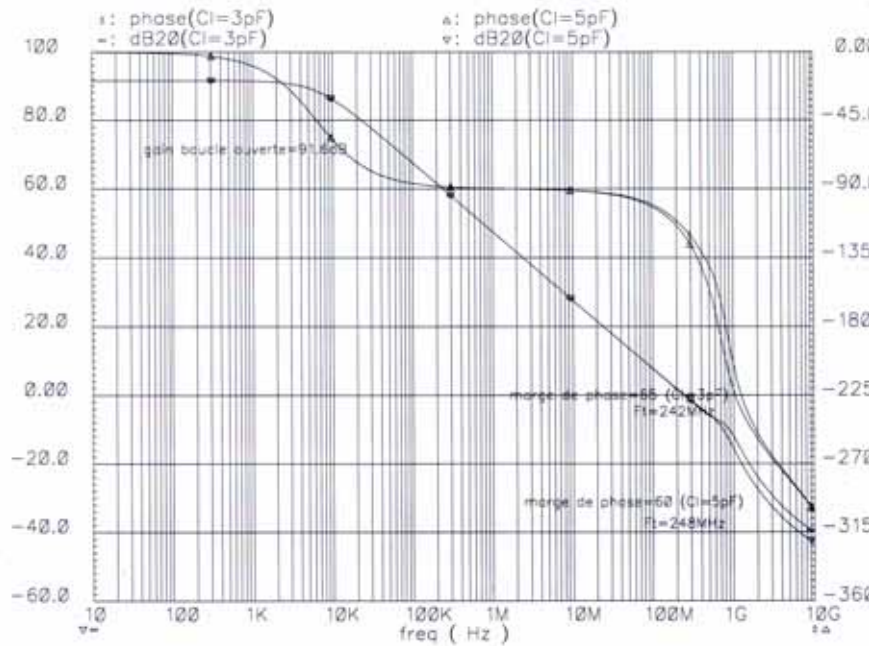
## Résultats de simulations Ampli d'entrée

Caractéristiques principales @T=27°C, C<sub>L</sub>=3/5pF

# Diagrammes de Bode Ampli d'entrée

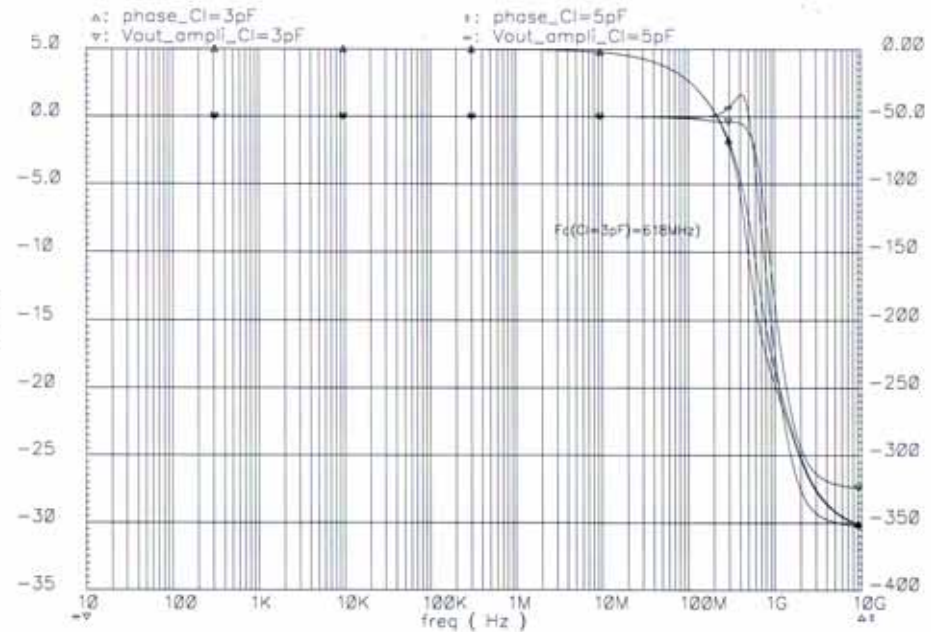
simul gain boucle ouverte; TYP; T=27; CI=3/5pF

AC Response



simul gain boucle fermee; TYP; T=27; CI=3/5pF

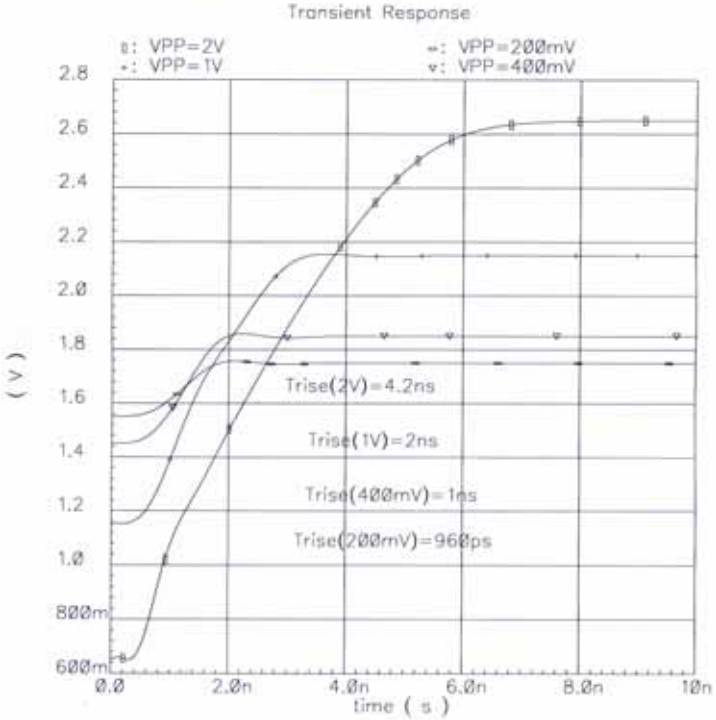
AC Response



# Réponses transitoires Ampli d'entrée



simul boucle fermee; typ; T=27; Cc=1.7pF; CL=3pF; Trise(Vin)=1ns



simul gain boucle fermee;TYP;T=27;Cl=3/5pF; Trise(Vin)=1ns

