

# Chapitre 6 : Amplificateur linéaire intégré

## LE COURS

### A Présentation générale de l'ALI

A.1	Qu'est-ce qu'un ALI ? .....	1
A.2	Les différents régimes de l'ALI .....	2
A.3	Modélisation de l'ALI .....	2

### B Exemples de montage

B.1	Le suiveur .....	3
B.2	L'amplificateur non-inverseur .....	4
B.3	L'amplificateur inverseur .....	4
B.4	L'intégrateur .....	4

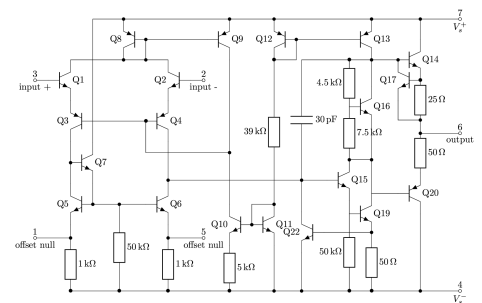
## A Présentation générale de l'ALI

### A.1 Qu'est-ce qu'un ALI ?

ALI = Amplificateur Linéaire Intégré (ou encore souvent appelé *amplificateur opérationnel*).

Il s'agit d'un composant constitué notamment de plusieurs transistors. Par exemple, voici ci-contre la structure interne du modèle LM741 (*inutile de connaître ce schéma !*).

Pour qu'il fonctionne, il est nécessaire de l'alimenter électriquement (à l'aide d'une alimentation +15V/-15V en séances de TP). Il pourra ainsi fournir lui-même de l'énergie au reste du circuit dans lequel il est imbriqué. C'est pourquoi on parle de **composant actif**.



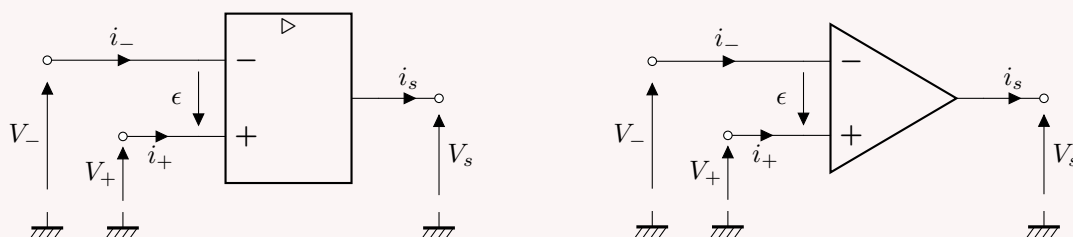
Cette alimentation électrique ne sera pas représentée dans les schémas de montage mais ne doit pas être oubliée, notamment en séance de TP, sous peine de détériorer irréversiblement le composant !

Dans les schémas de montage, nous ne ferons apparaître que les 3 bornes suivantes :

- ❑ l'entrée + , appelée **entrée non-inverseuse**, de potentiel  $V_+$
- ❑ l'entrée - , appelée **entrée inverseuse**, de potentiel  $V_-$
- ❑ la borne de sortie de potentiel  $V_s$  .

On note  $\epsilon = V_+ - V_-$  , la **tension différentielle d'entrée**.

Ci-dessous, **deux schématisations équivalentes de l'ALI** :

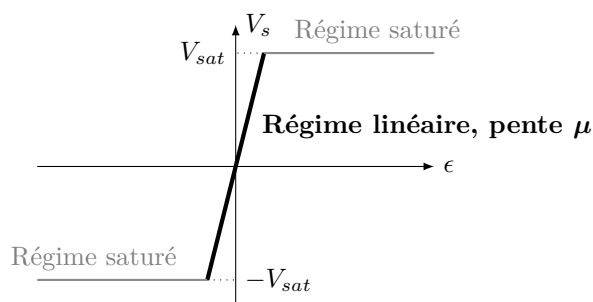


## A.2 Les différents régimes de l'ALI

On présente ci-contre la **caractéristique statique** (établie en régime continu et en sortie ouverte) représentant  $V_s$  en fonction de  $\epsilon$ .

Il apparaît ainsi **3 types de régime** :

- ❑ le **régime linéaire** pour lequel  $V_s = \mu\epsilon$ , où  $\mu$  est un facteur constant, appelé *gain différentiel*
- ❑ le régime saturé positif où  $V_s = V_{sat}$
- ❑ le régime saturé négatif où  $V_s = -V_{sat}$ .



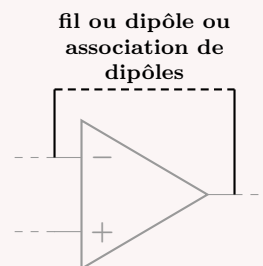
**(R)** En TP, on utilisera une alimentation 15V/-15V, la valeur de  $V_{sat}$  observée sera alors d'environ 13 V ...

### Condition pratique d'un fonctionnement en régime linéaire

Si le schéma du montage imbriquant l'ALI présente une **rétroaction sur la borne inverseuse** (borne  $-$ ), alors l'ALI fonctionnera en **régime linéaire**.

**(R)** On parlera aussi de boucle de rétroaction négative.

Concrètement, cela signifie qu'un fil, un dipôle ou une association de dipôles relie la borne de sortie et la borne  $-$ .



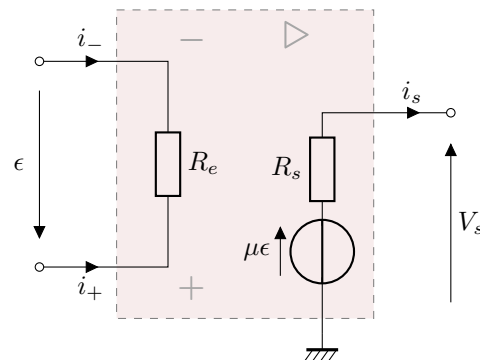
Le **gain différentiel  $\mu$**  est très élevé, de l'ordre de  $10^5$ . Ainsi, en régime linéaire,  $\epsilon$  est très proche de 0.

En effet, en régime linéaire, la variation maximale de  $\epsilon$  peut se calculer à l'aide du taux de variation qui est égal à la pente :  $\frac{V_{sat} - (-V_{sat})}{\Delta\epsilon} = \mu \Leftrightarrow \Delta\epsilon = \frac{2V_{sat}}{\mu} \simeq 0,3 \text{ mV}$ .  $\epsilon$  est donc compris entre  $-0,15 \text{ mV}$  et  $0,15 \text{ mV}$  environ.

## A.3 Modélisation de l'ALI

Les deux bornes d'entrée se comportent électriquement comme une simple résistance d'entrée  $R_e$ . Entre la borne de sortie et la masse, le comportement électrique observé est identique à celui d'un générateur de Thévenin de résistance de sortie  $R_s$  et de force électromotrice  $\mu\epsilon$ .

La **résistance d'entrée  $R_e$**  prend une valeur très élevée, entre 1 M $\Omega$  et 1000 G $\Omega$ ! Cela implique que les courants d'entrée d'intensités respectives  $i_+$  et  $i_-$  (appelés **courants de polarisation**) sont très faibles (moins de 1 $\mu\text{A}$ , parfois de l'ordre de quelques dizaines de pA!).



La **résistance de sortie  $R_s$**  prend une valeur assez faible, de l'ordre de 100  $\Omega$ .

Afin de simplifier l'étude des montages à ALI et compte tenu de ces ordres de grandeur, on mettra en œuvre un modèle simple de l'ALI :

### Modèle de l'ALI idéal

Le modèle de l'ALI **idéal** correspond aux hypothèses simplificatrices suivantes :

- ❑ un gain différentiel  $\mu$  infini  $\rightarrow$  **en régime linéaire** :  $\epsilon = 0 \Leftrightarrow V_+ = V_-$
- ❑ une résistance d'entrée  $R_e$  infinie  $\rightarrow$  les courants de polarisation sont nuls :  $i_+ = i_- = 0$
- ❑ une résistance de sortie  $R_s$  nulle  $\rightarrow$  source idéale de tension entre la borne de sortie et la masse



