



Conception Electronique

Systemes, fonctionnalites, composants



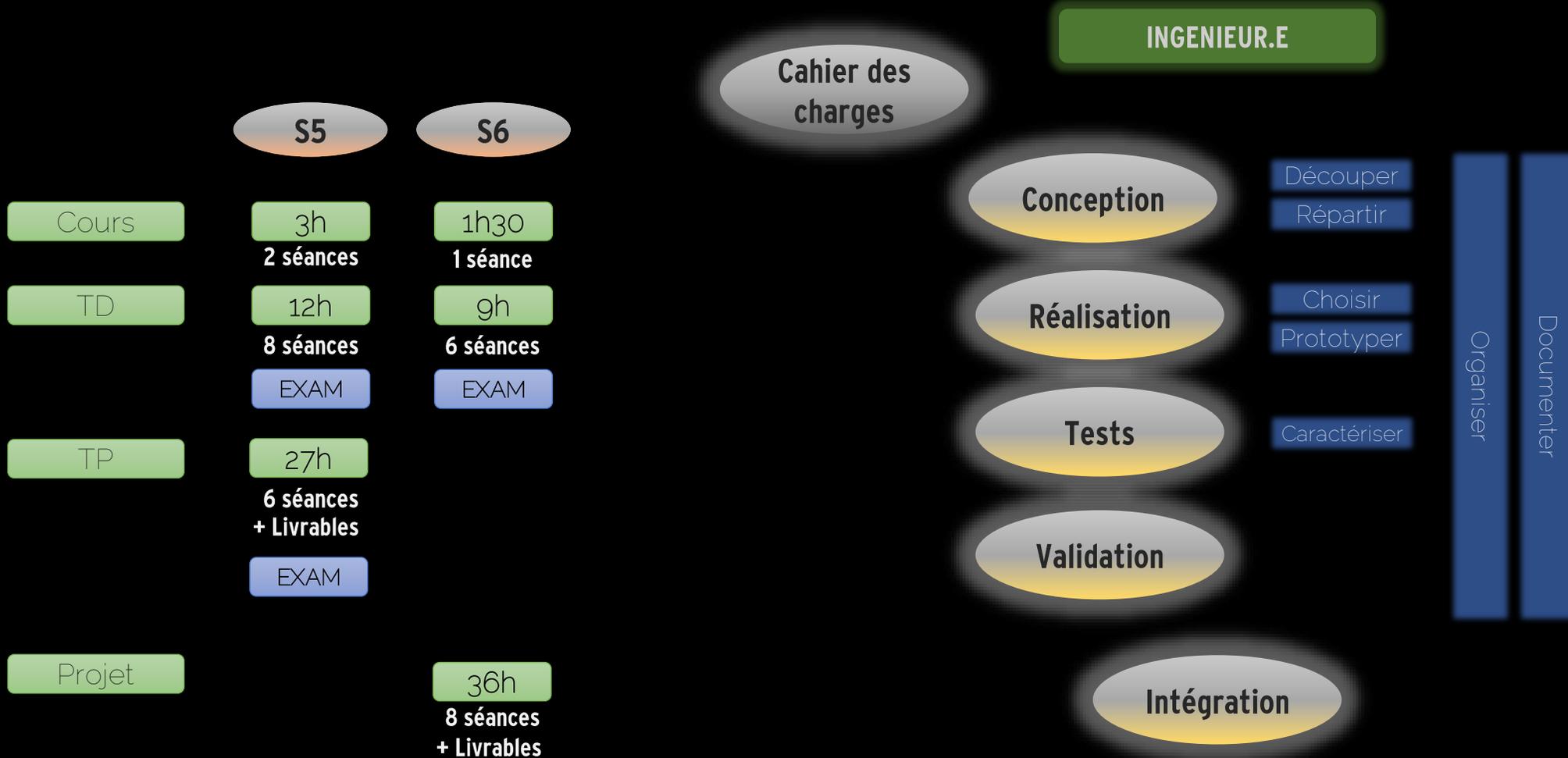


Conception et Ingénierie

Electronique pour le Traitement de l'Information



Déroulement



Déroulement

	S5	S6
Cours	3h 2 séances	1h30 1 séance
TD	12h 8 séances	9h 6 séances
	EXAM	EXAM
TP	27h 6 séances + Livrables	
	EXAM	
Projet		36h 8 séances + Livrables

TD / Etude de structures par équipe de 4-5 étudiant.es

4 séances / structure

Séance 1 Travail en groupe sur la structure

- Définition des mots-clefs
- Fonctionnement des composants
- Découpage en fonction
- Fonctions de transfert

x 2

Séance 2 Préparation présentation

Séance 3 Présentation / 10 min

- Globale / Composants / Fonctions

Séance 4 Retour sur les notions principales



Structures

- E1 Détection de luminosité
- C1 Capteur de force et conditionnement
- C2 Capteur de température
- P1 Photodétection / montage simple
- P2 Photodétection / montage transimpédance
- F2 Filtres universels
- F3 Filtres à capacité commutée
- S3 Mise en forme d'un signal sonore
- L4 Driver de LED
- N2 Num / Gradateur d'intensité
- N3 Num / Contrôle de vitesse d'un moteur
- N4 Num / Pilotage d'une barrette CCD

TD / Etude de structures par équipe de 4-5 étudiant.es

4 séances / structure

Séance 1 Travail en groupe sur la structure

- Définition des mots-clefs
- Fonctionnement des composants
- Découpage en fonction
- Fonctions de transfert

x 2

Séance 2 Préparation présentation

Séance 3 Présentation / 10 min

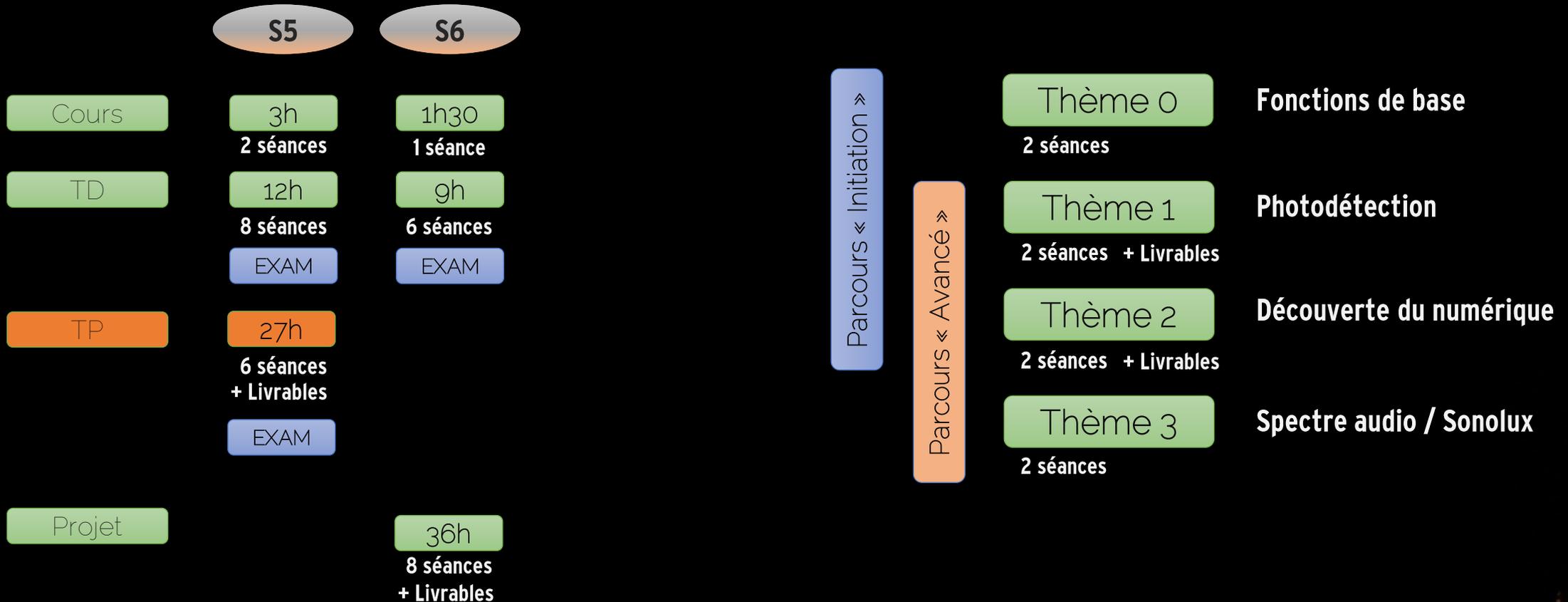
- Globale / Composants / Fonctions

Séance 4 Retour sur les notions principales



Déroulement

TP / 2 parcours



Modalités
Ressources
Supports TD/TP

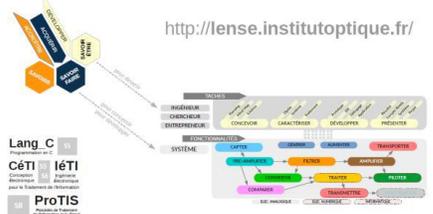
Accueil	Sites	Année	Thèmes	Réalisations	La MInE
		Première année		Optique Semestre 5	
		Deuxième année		Electronique S5	
		Troisième année – M2		Optique Semestre 6	
		Tous les TPs (Paris-Saclay)		Electronique S6	
				Autres	Mosaïque d'INformatio


<http://lense.institutoptique.fr/ceti/>

Traitement de l'Information

Responsable IUT Lang C LA: Sylvie LEBRUN
 Responsable Pédagogique LENSE: Fabienne BERNARD
 Responsable IUT Université Paris Saclay: Julien VILLEMEJANE

<http://lense.institutoptique.fr/>



Lang C
CETI
IéTI
PROTIS

CONCEPTION ELECTRONIQUE

Objectifs pédagogiques

- Comprendre les principes de base de la conception électronique
- Maîtriser les outils de conception (EDA)
- Concevoir et réaliser un circuit électronique

Contenus théoriques

- Les composants électroniques
- Les lois fondamentales de l'électronique
- Les circuits linéaires et non linéaires
- Les circuits numériques

Contenus pratiques

- Le montage électronique
- Le diagnostic électronique
- Le débogage électronique

TD 1 / MAÎTRISER LES BASES DE L'ÉLECTRONIQUE

Objectifs pédagogiques

- À la fin de cette séance, les étudiants seront capables de :
- identifier les sections fondamentales de l'électronique analogique :
- construire / simuler / peaufiner :
- diodes / résistances
- calculer et appliquer les lois fondamentales de l'électronique :
- loi de Kirchhoff / Association de résistances / Millman
- analyser et modéliser la réponse temporelle d'un réseau simple
- calculer et appliquer les principes expérimentaux de mesure pour :
- la caractérisation temporelle d'un diode
- la caractérisation dynamique d'un système linéaire du premier ordre

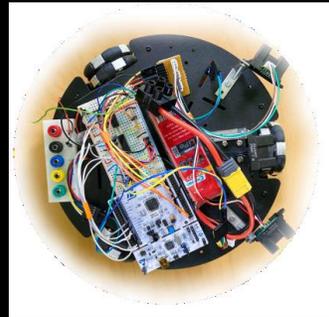
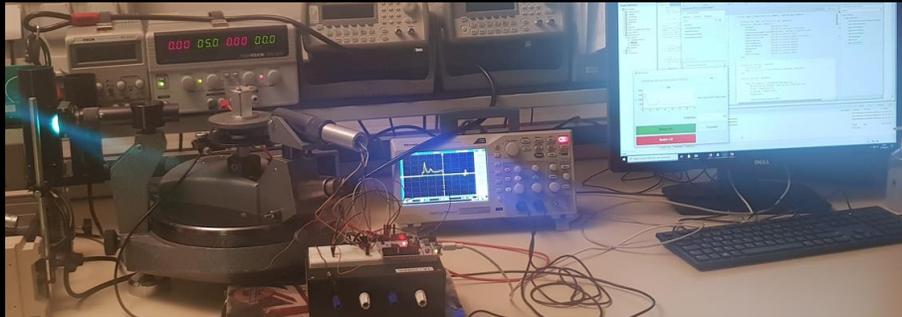
Références

[1] F. Delcourt, Regards l'électronique analogique et numérique, 2011.



Ingénieur•e = constructeur•trice de systèmes

qui s'appuie sur des principes physiques
pour les concevoir





Systemes et fonctionnalités

Définition, représentation, découpage fonctionnel

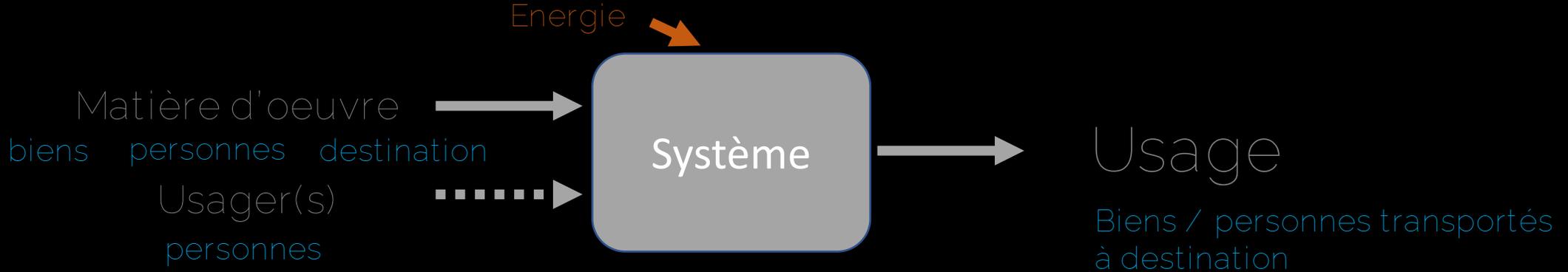


Système = Appareillage ou dispositif
formé de divers éléments
et assurant une fonction déterminée
Système de fermeture, Système optique.



Systeme

Représentation



Fonction principale + Contraintes / Performances

Véhicule

Transporter des biens ou/et des personnes à
une destination précise



Vélo

Camion

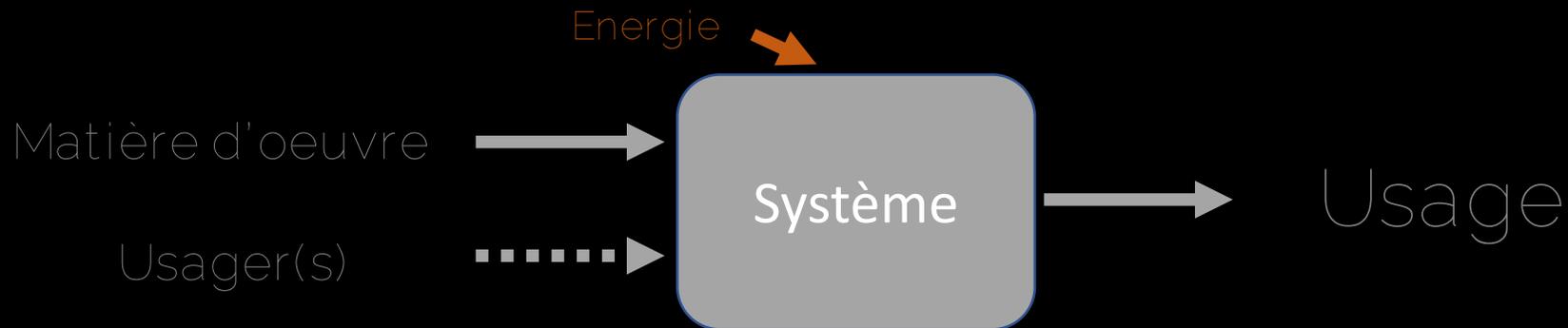
Avion



Voiture

Bateau





Fonction principale + Contraintes / Performances

Cahier des charges



INSTITUT
d'OPTIQUE
GRADUATE SCHOOL



LEnSE

Laboratoire
d'Enseignement
Expérimental

<http://lense.institutoptique.fr>

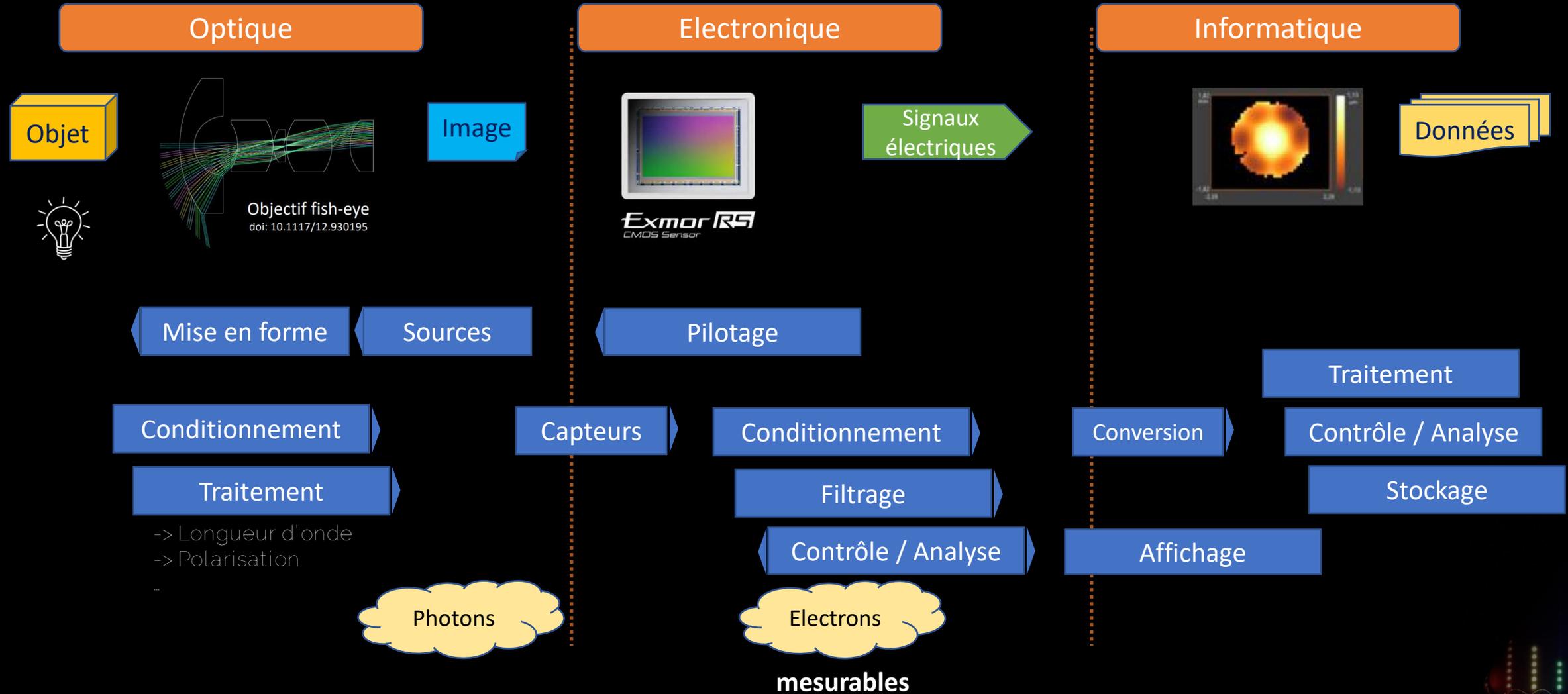
Photonique et système imageant

De l'objet à son analyse



Photonique et système imageant

Assemblage de fonctions





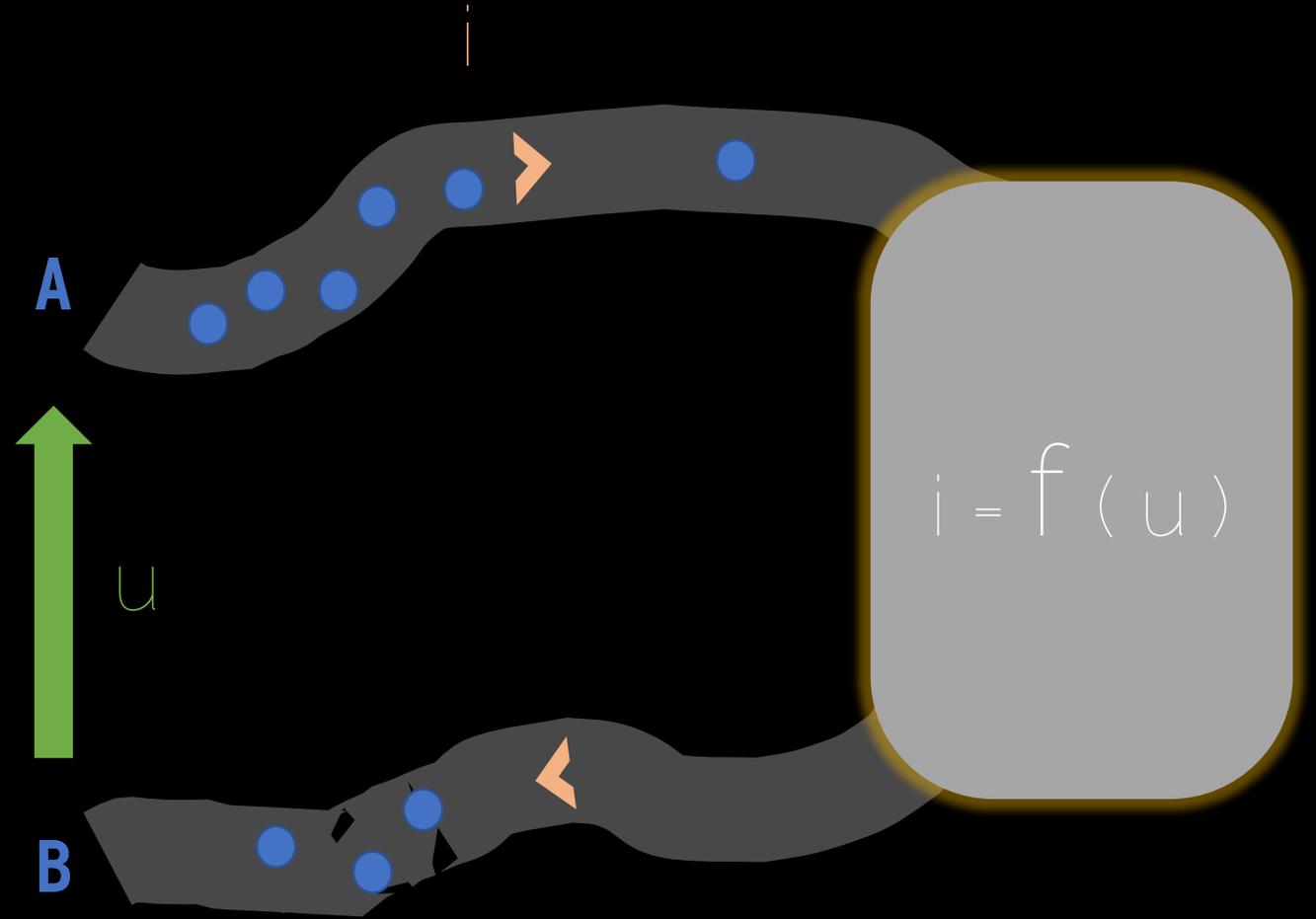
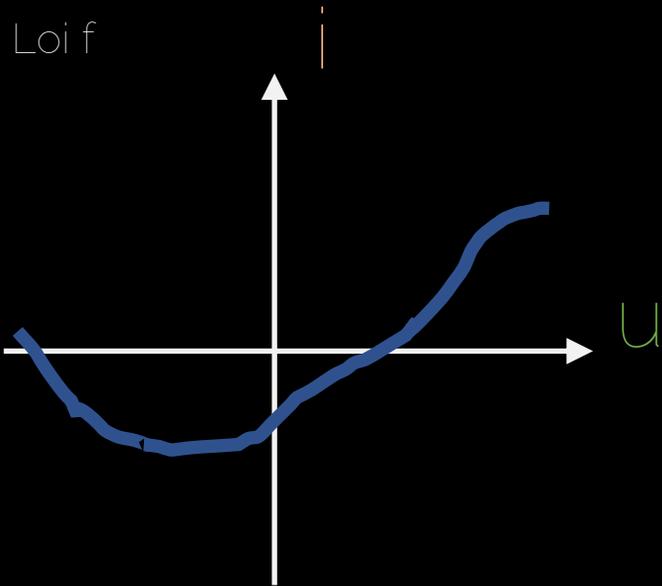
Electrons, dipôles et circuits



Fonctionnalités électroniques

Dipôles, composants, circuits

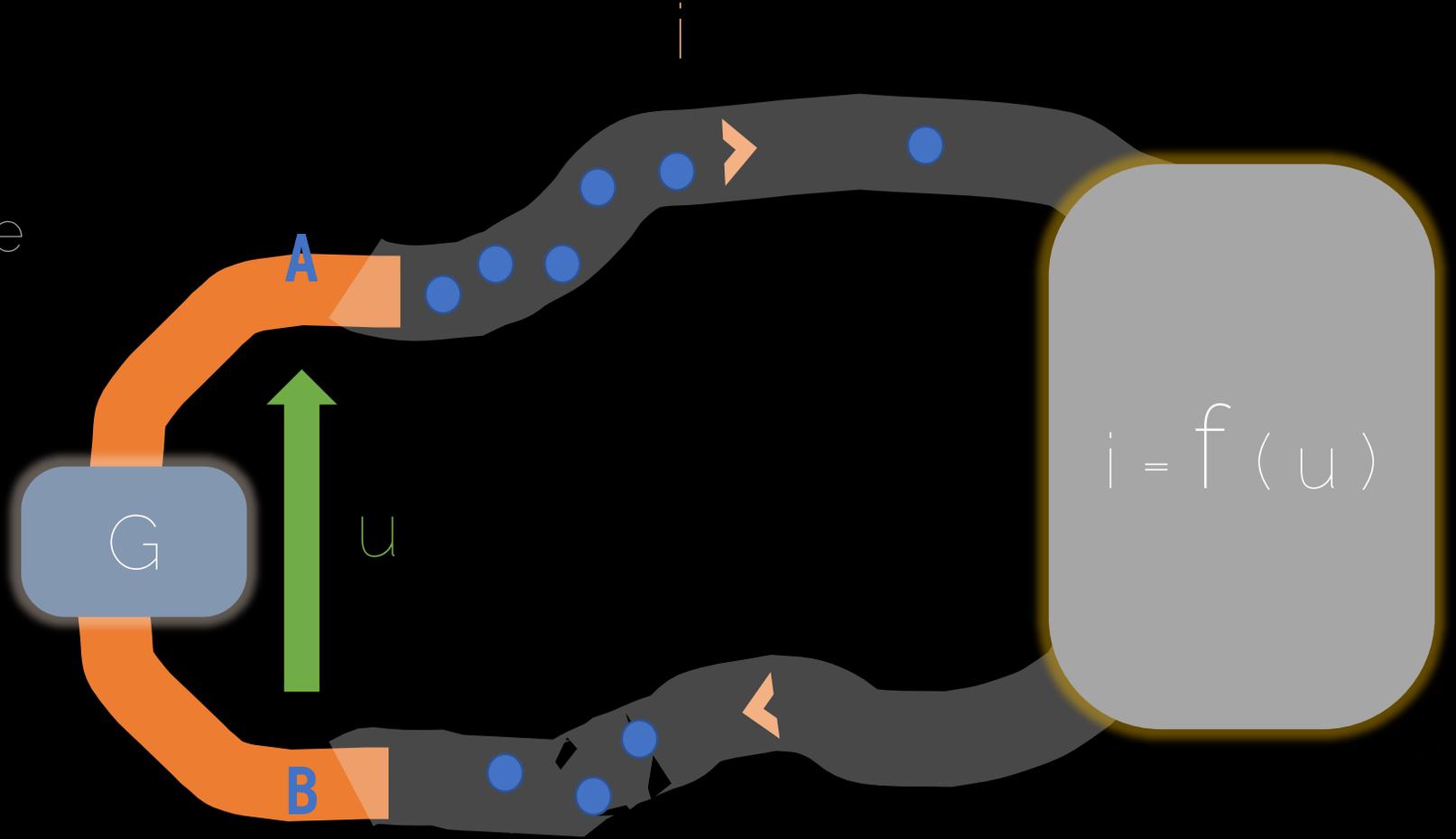
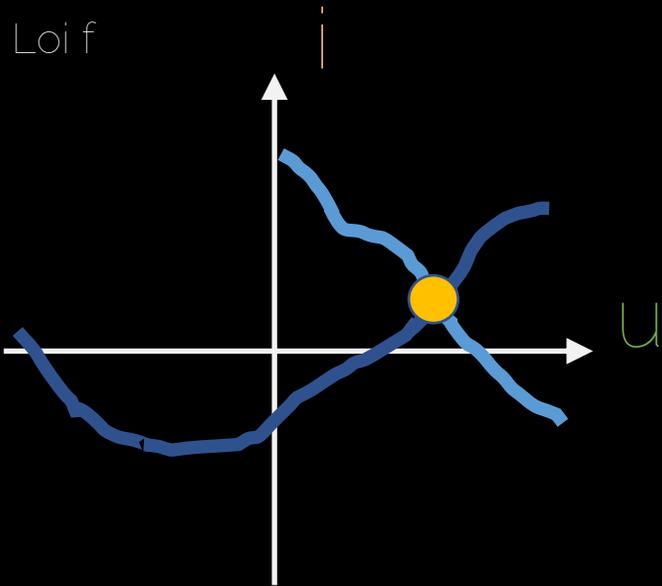
Dipôle



Fonctionnalités électroniques

Dipôles, composants, circuits

Dipôle



POINT DE FONCTIONNEMENT
CIRCUIT FERME

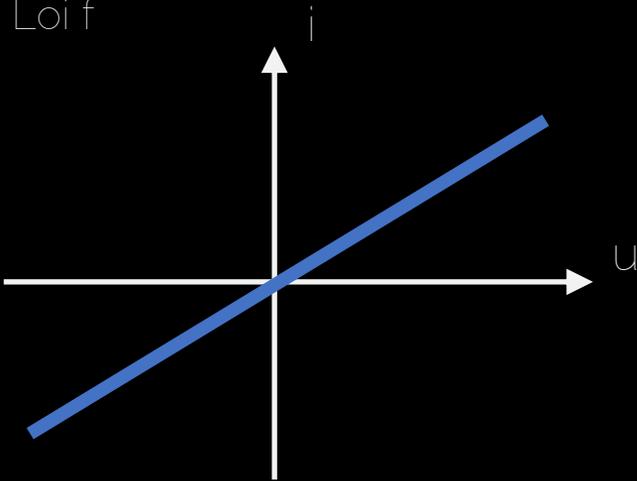


Dipôles « standard »

LINEAIRES

Résistance

Loi f



$$u = R \cdot i$$

$$Z_R = R$$

Condensateur

$$i = C \cdot du / dt$$

$$Z_C = 1 / jC\omega$$

Inductance

$$u = L \cdot di / dt$$

$$Z_L = jL\omega$$

$$i = f(u, t)$$

$$i = f(u, \omega)$$

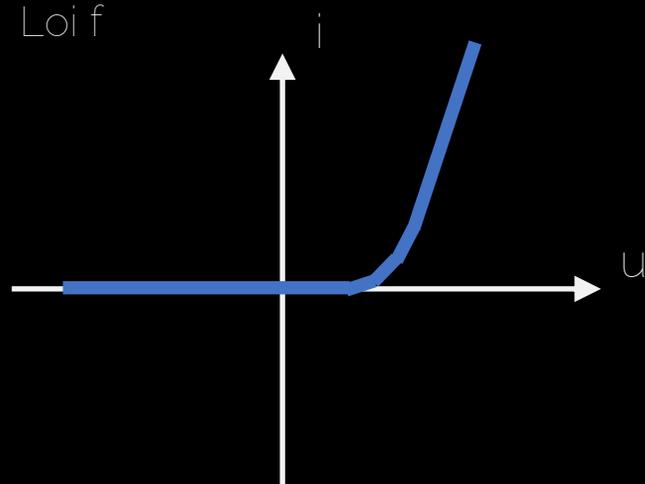


Dipôles « standard »

NON - LINEAIRES

Diode

Loi f



$$i = f(u, t)$$

$$i = f(u, \omega)$$



Fonctionnalités électroniques

Dipôles, composants, circuits

Dipôles « standard »

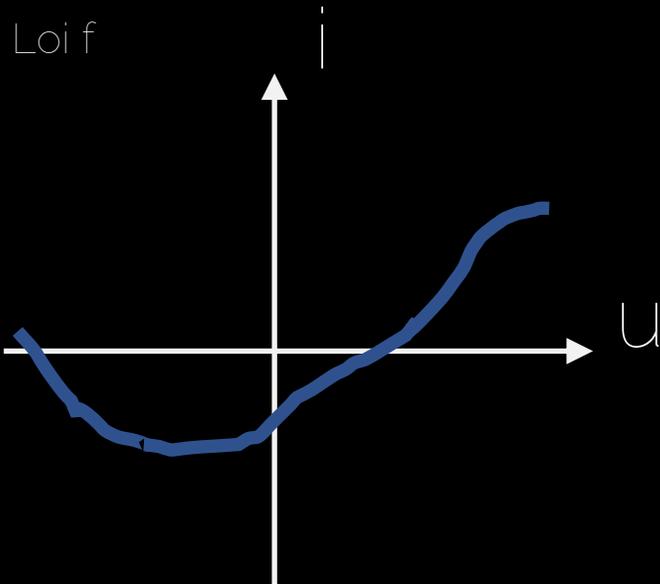
LINEAIRES

Résistance
Condensateur
Inductance

NON-LINEAIRES

Diode

GENERATEURS

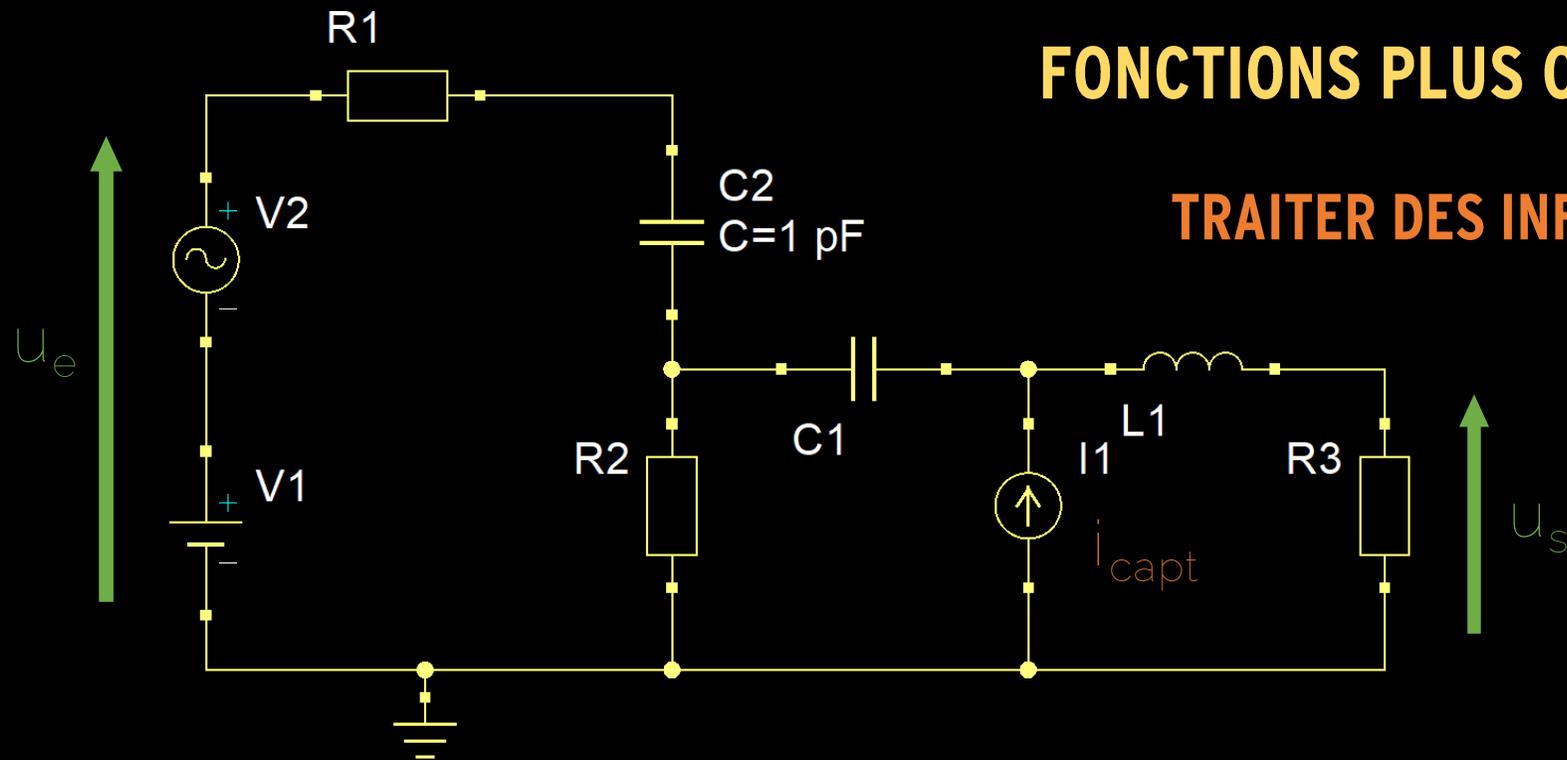


$$i = f(u, t)$$

$$I = f(U, \omega)$$



Circuits = association de dipôles



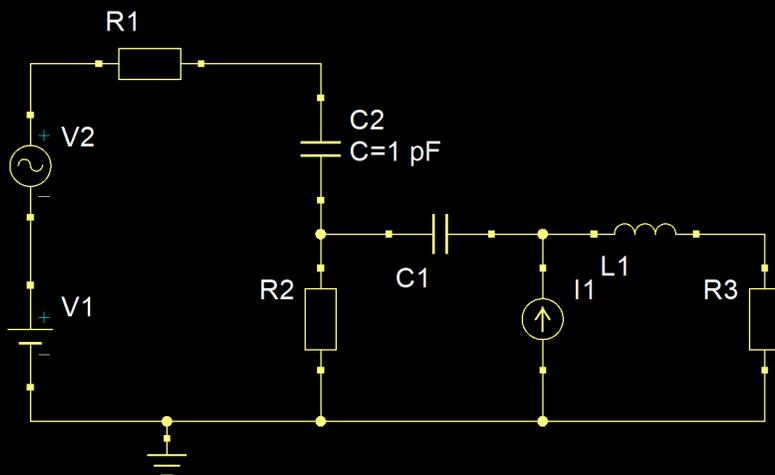
FONCTIONS PLUS COMPLEXES

TRAITER DES INFORMATIONS ELECTRIQUES



Circuits = association de dipôles

FONCTIONS PLUS COMPLEXES



LOI DES NŒUDS (courants)

LOI DES MAILLES (ddp)

LOI D'OHM (courant/ddp)

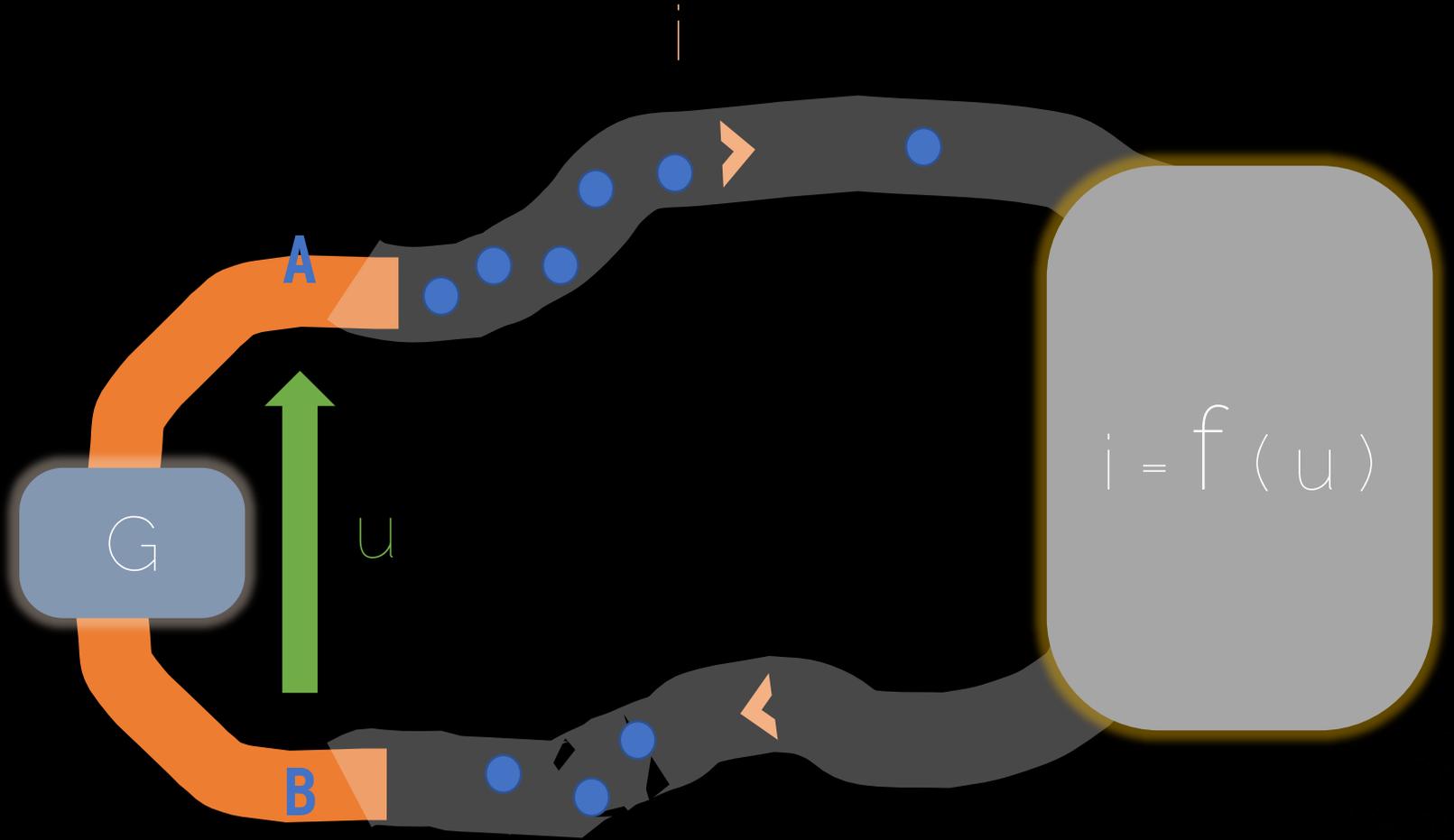
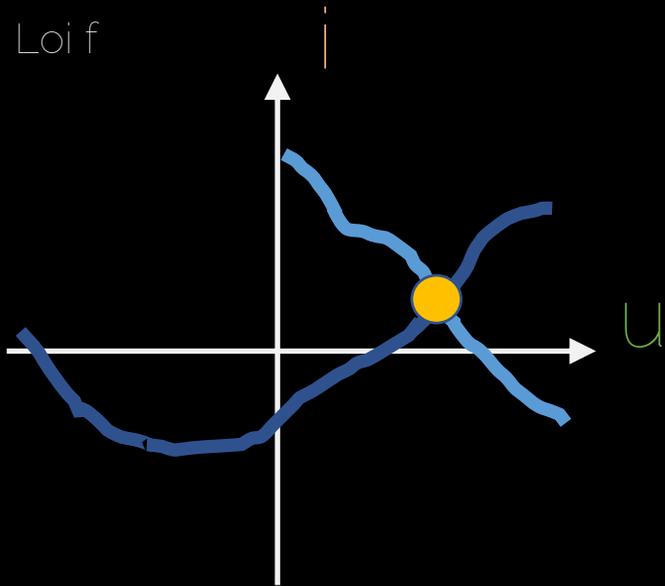
**THEOREME DE SUPERPOSITION
(circuits linéaires)**

**THEOREME DE MILLMANN
(simplification loi des nœuds)**



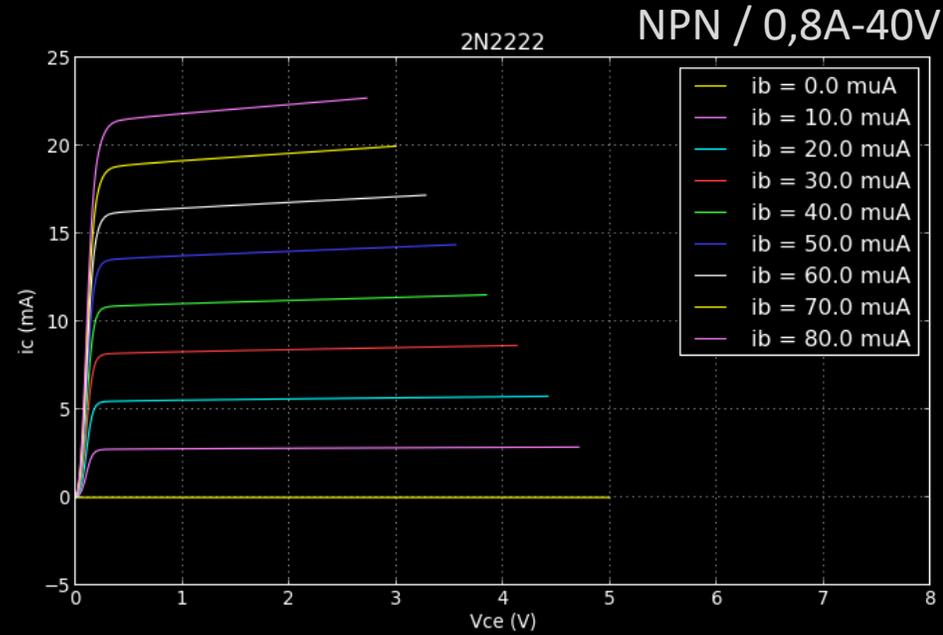
Fonctionnalités électroniques

Dipôles, composants, circuits



Fonctionnalités électroniques

Dipôles, composants, circuits



IRL540 / MOS FET / 36A-100V

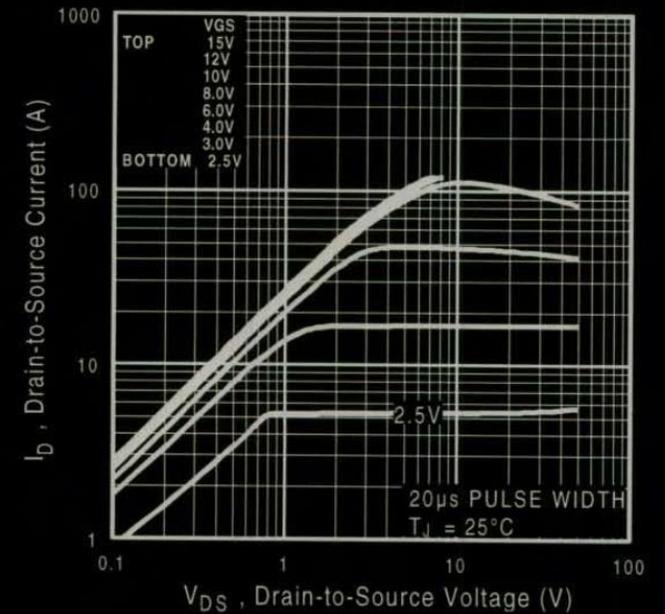


Fig 1. Typical Output Characteristics

L'électronique, c'est simple

D'un point de vue utilisateur

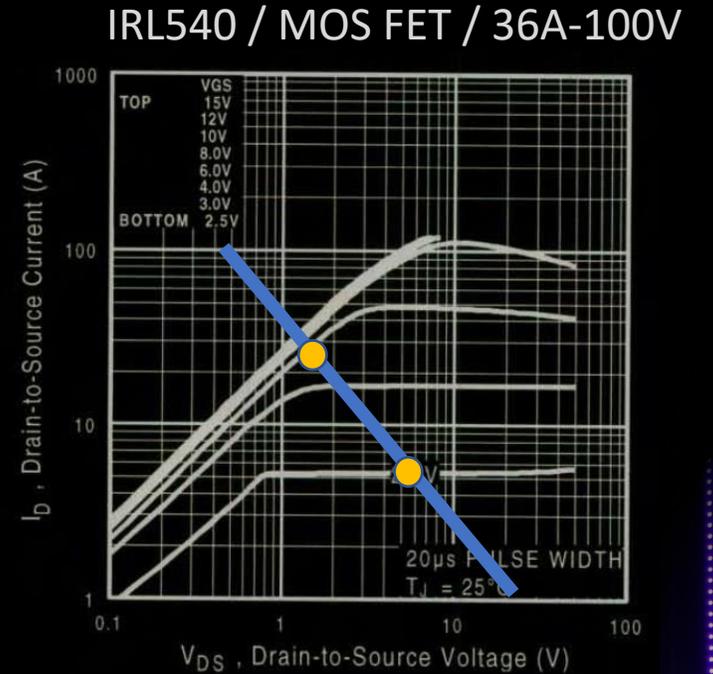
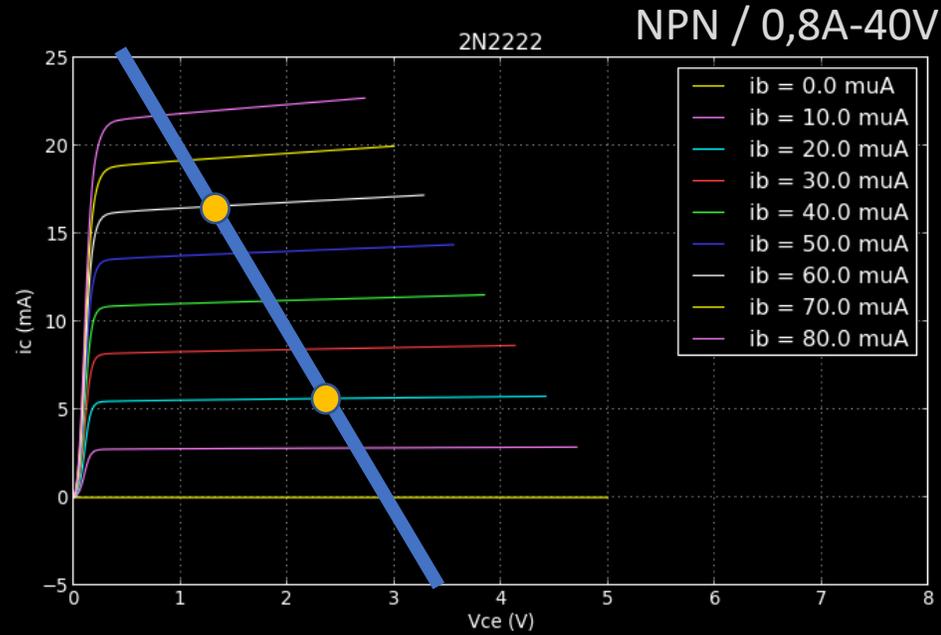
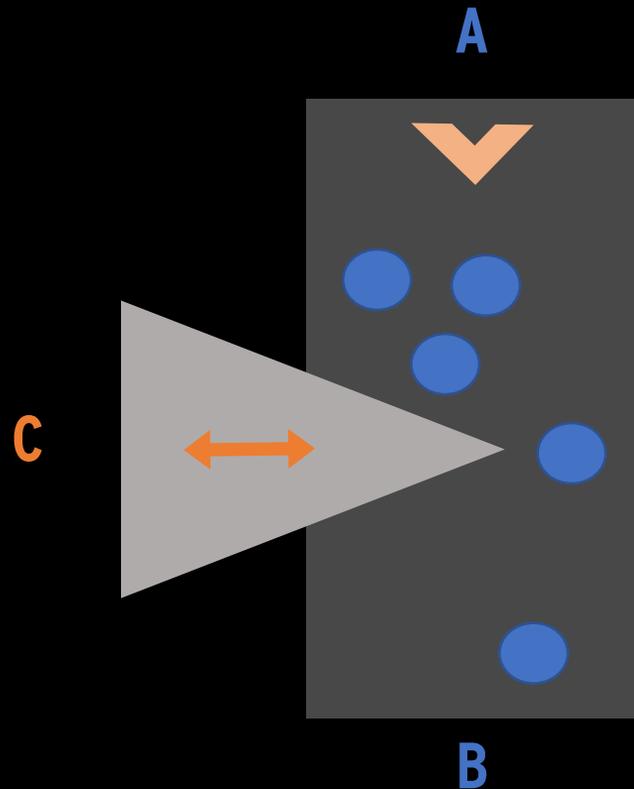
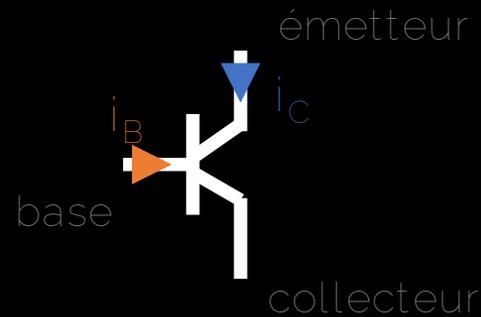


Fig 1. Typical Output Characteristics

Transistors

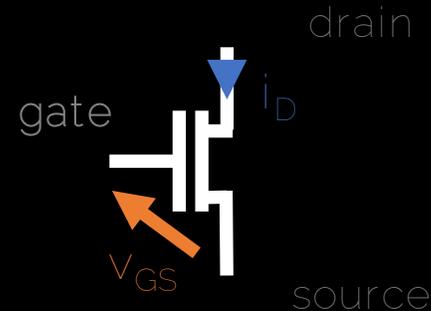


BIPOLAIRES



$$i_C = k \cdot i_B$$

A EFFET DE CHAMP (fet)



$$i_D = k \cdot V_{GS}$$

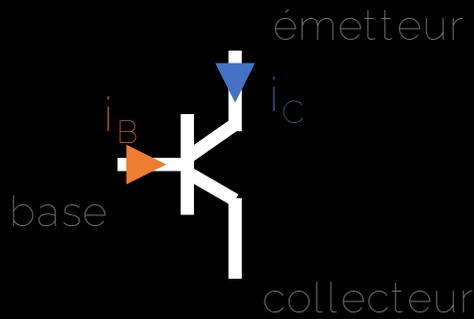


Fonctionnalités électroniques

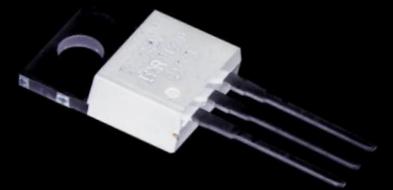
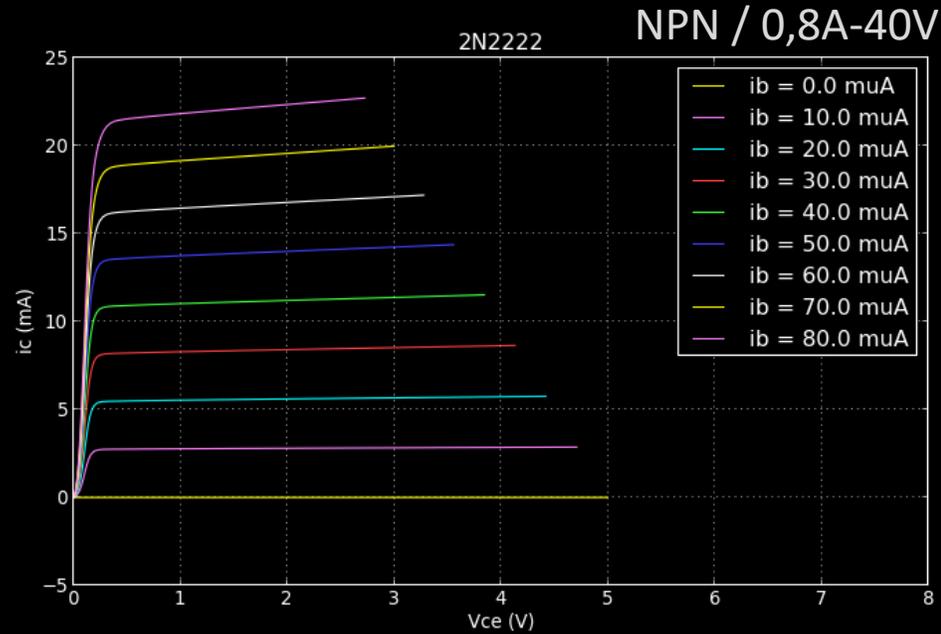
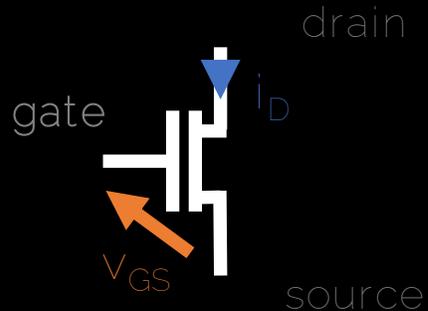
Dipôles, composants, circuits

Transistors

BIPOLAIRES



A EFFET DE CHAMP (fet)



IRL540 / MOS FET / 36A-100V

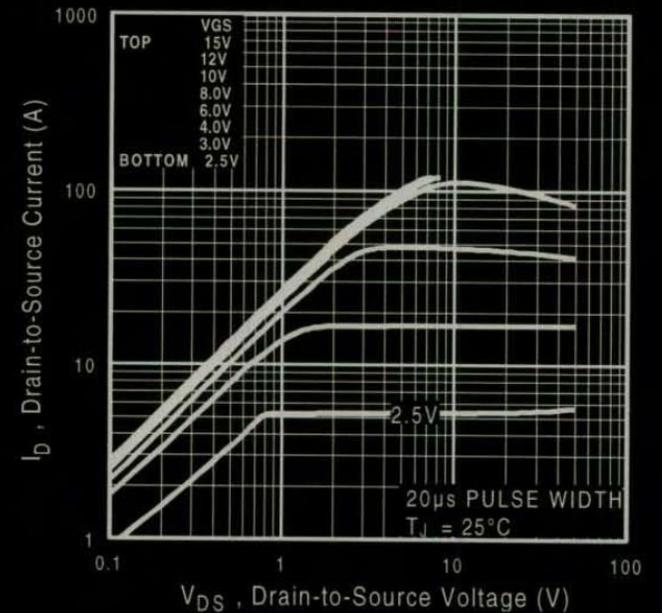


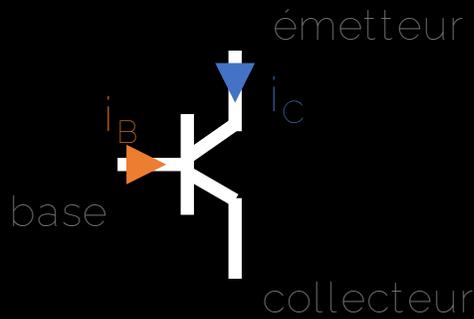
Fig 1. Typical Output Characteristics

Fonctionnalités électroniques

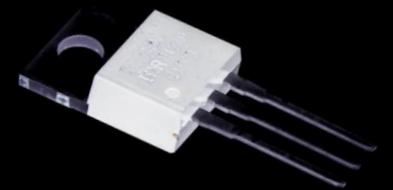
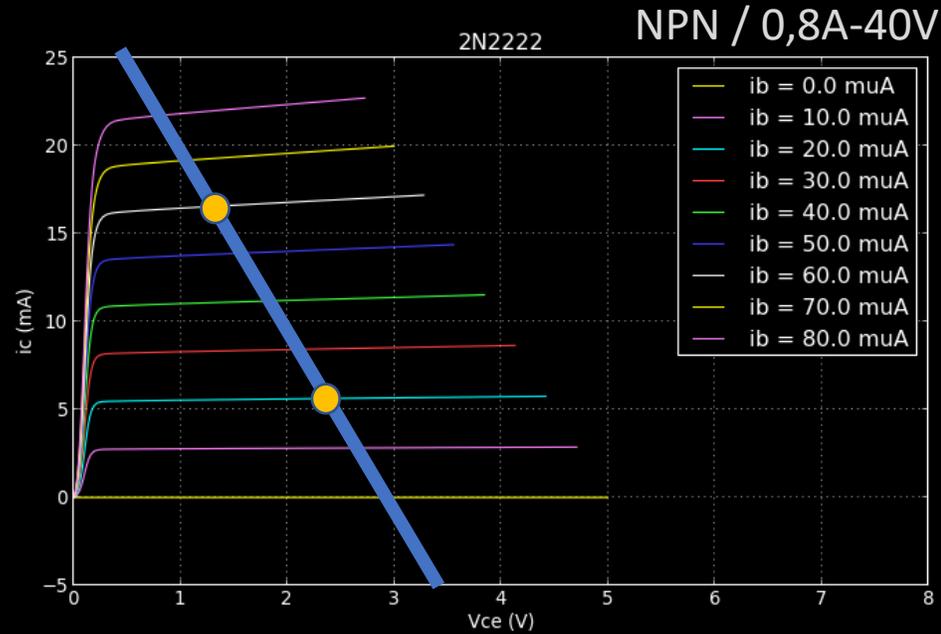
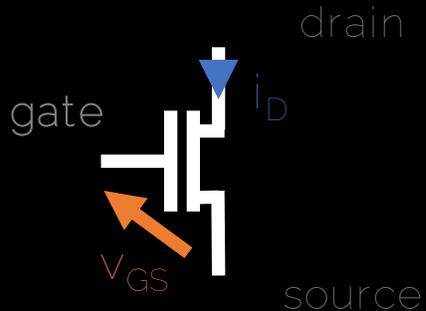
Dipôles, composants, circuits

Transistors

BIPOLAIRES



A EFFET DE CHAMP (fet)



IRL540 / MOS FET / 36A-100V

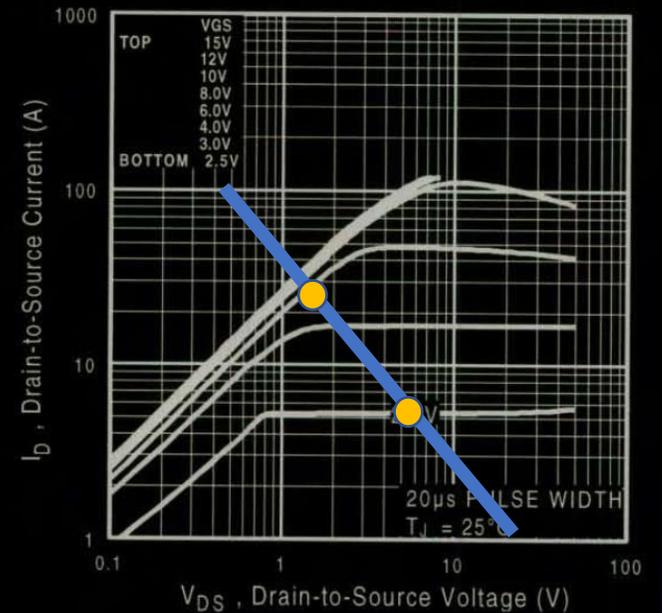
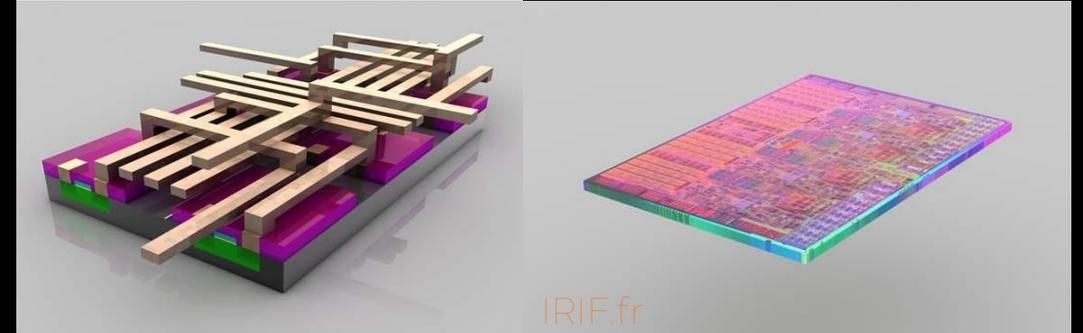
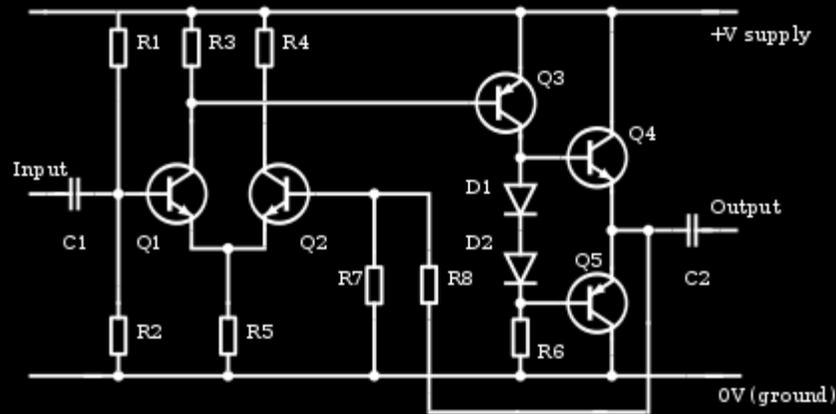


Fig 1. Typical Output Characteristics

Transistors

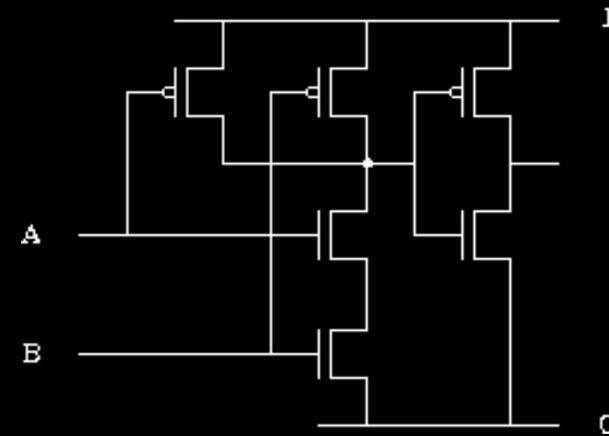


AMPLIFICATEUR



Amplificateur intégré, composants complexes...

SYSTÈME NUMERIQUE



Processeur, microcontrôleur...



Concevoir un système électronique

ASSEMBLAGE DE FONCTIONS

Amplifier

Filtrer

Générer

Stocker

UTILISER

CARACTERISER

VALIDER

Documentation technique

Instrumentation

Protocoles de mesure



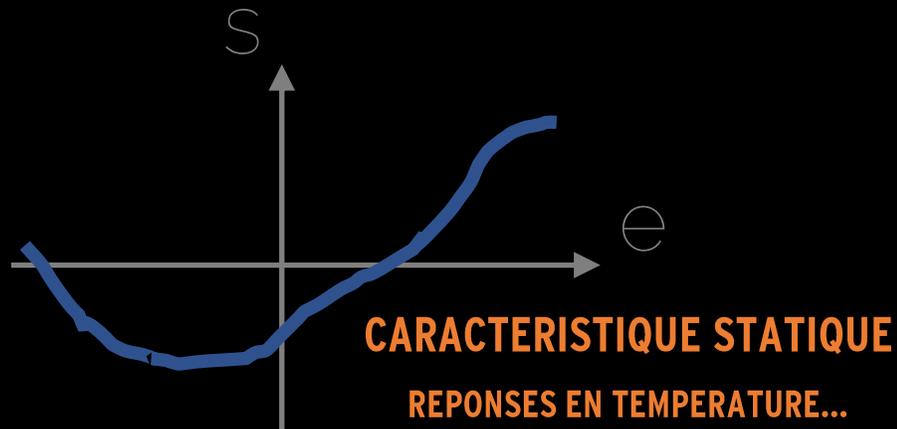
Des fonctions différentes

Qui nécessitent des protocoles de mesure différents

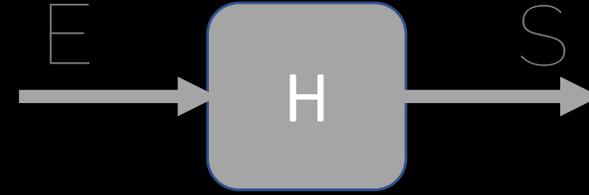
DIPÔLES / CAPTEURS



Transforment une grandeur physique en une autre



SYSTEMES

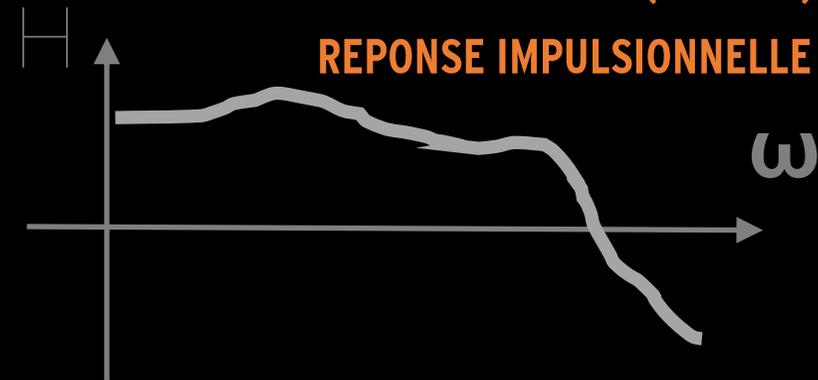


Transfèrent de l'énergie

REPONSE HARMONIQUE (Diagramme de Bode)

REPONSE INDICIELLE (échelon)

REPONSE IMPULSIONNELLE (dirac)



Expériences en physique

Et modèles...

Expérience

Modèle



Expériences en physique

Et modèles...

Expérience

Modèle
mathématique



Expérience

Modèle
mathématique

Épreuve

qui a pour objet, par l'étude
d'un phénomène naturel ou
provoqué, de

vérifier une hypothèse

ou de l'induire de cette
observation



Expérience

Épreuve

qui a pour objet, par l'étude
d'un phénomène naturel ou
provoqué, de

vérifier une hypothèse

ou de l'induire de cette
observation

Modèle mathématique

Représentation

réalisée afin de pouvoir

mieux étudier

un phénomène physique



Expérience

Épreuve

qui a pour objet, par l'étude
d'un phénomène naturel ou
provoqué, de

vérifier une hypothèse

ou de l'induire de cette
observation

Modèle mathématique

Représentation

réalisée afin de pouvoir

mieux étudier

un phénomène physique



Expérience



Modèle
mathématique

Eau + huile



Expérience



Eau + huile



Modèle mathématique

rouge + jaune => orange

bleu + jaune => vert

...

huile et eau ne se
mélagent pas...



Expérience



Eau + huile



Modèle mathématique

rouge + jaune => orange

bleu + jaune => vert

...

huile et eau ne se
mélangent pas...

masse volumique



Expérience



Modèle mathématique

rouge + jaune => orange

bleu + jaune => vert

...

huile et eau ne se
mélangent pas...

masse volumique

???

Eau + huile



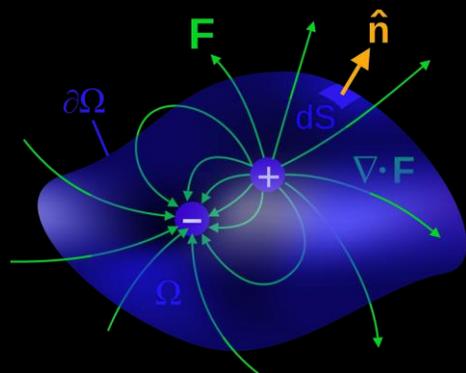
Eau + anis



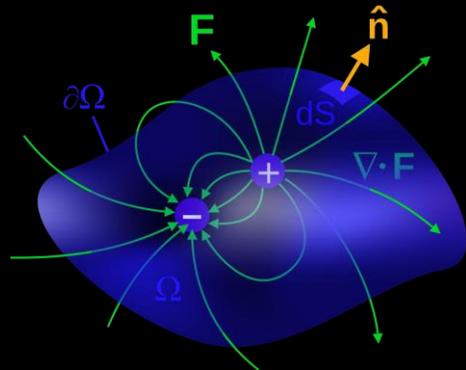
Expérience



Modèle mathématique



Expérience



Modèle mathématique

$$E = MC^2$$

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \left(\mathbf{J} + \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \right)$$



PHYSICIEN.NE

Expérience



Modèle
mathématique

**étude du phénomène
physique « réel »**



Expériences en physique

Et modèles...

PHYSICIEN.NE

Expérience



Modèle
mathématique

**étude du phénomène
physique « réel »**

**« mise en équation » de
l'évolution des grandeurs physiques**



PHYSICIEN.NE

Expérience



Modèle
mathématique

**étude du phénomène
physique « réel »**

**« mise en équation » de
l'évolution des grandeurs physiques**

**en faisant varier un
paramètre physique**



PHYSICIEN.NE

Expérience



Modèle
mathématique

**étude du phénomène
physique « réel »**

**« mise en équation » de
l'évolution des grandeurs physiques**

**en faisant varier un
paramètre physique**

**en fonction du
paramètre**



PHYSICIEN.NE

Expérience



Modèle
mathématique

**étude du phénomène
physique « réel »**

**« mise en équation » de
l'évolution des grandeurs physiques**

**en faisant varier un
paramètre physique**

**en fonction du
paramètre**

en généralisant



PHYSICIEN.NE

Expérience



Modèle
mathématique

**étude du phénomène
physique « réel »**

**« mise en équation » de
l'évolution des grandeurs physiques**

**en faisant varier un
paramètre physique**

**en fonction du
paramètre**

**dans des conditions
particulières !**

en généralisant



Expériences en physique

Et modèles...

PHYSICIEN.NE

Expérience



Modèle
mathématique

**« mise en équation » de
l'évolution des grandeurs physiques**

**en fonction du
paramètre**

en généralisant



Expérience

**étude du phénomène
physique « réel »**

**en faisant varier le
même paramètre**

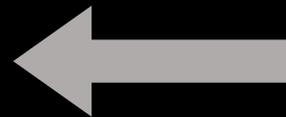
**dans de nouvelles
conditions**

Modèle
mathématique

**« mise en équation » de
l'évolution des grandeurs physiques**

**en fonction du
paramètre**

en généralisant



PHYSICIEN.NE

Expérience



Modèle
mathématique

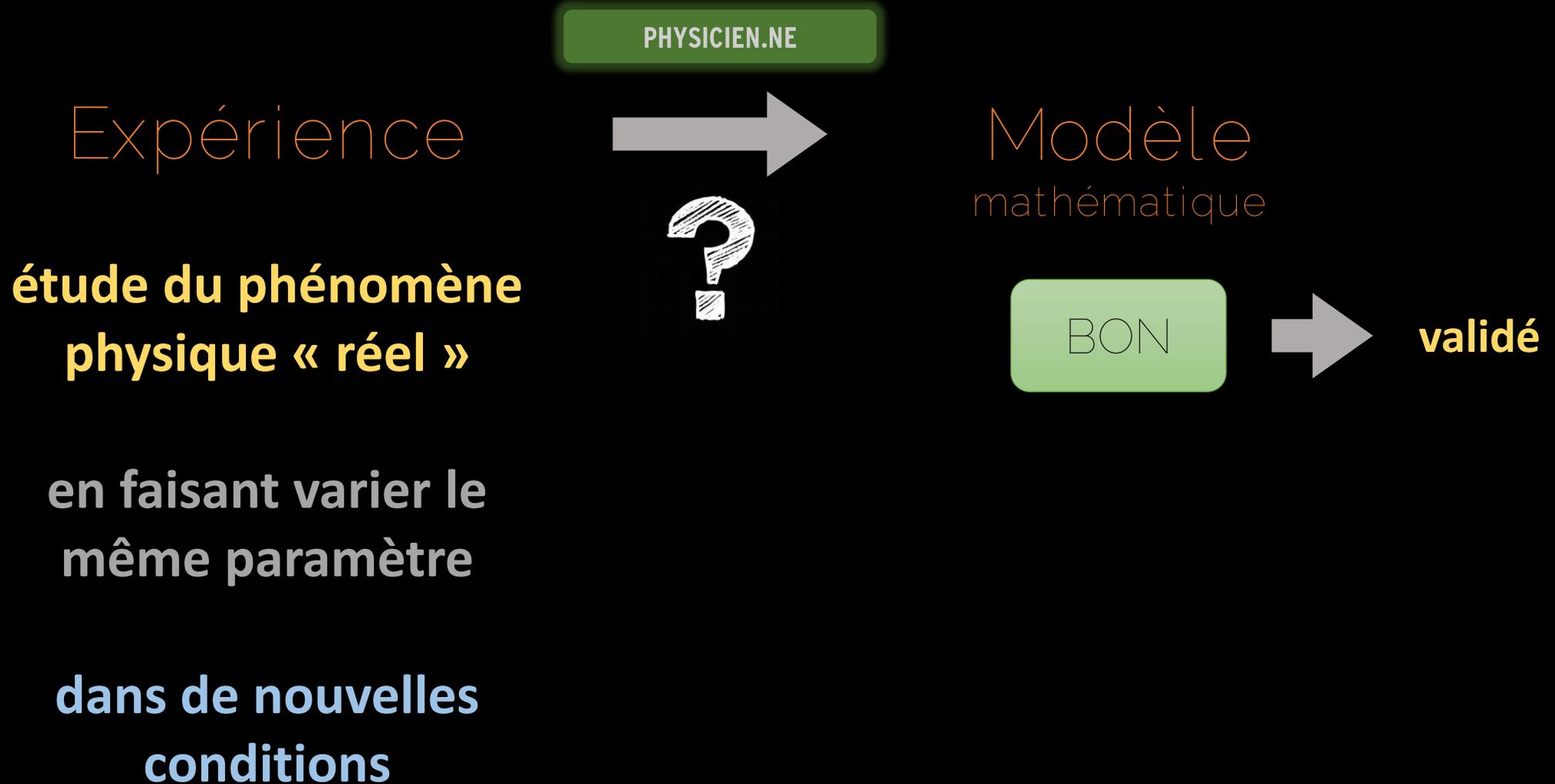


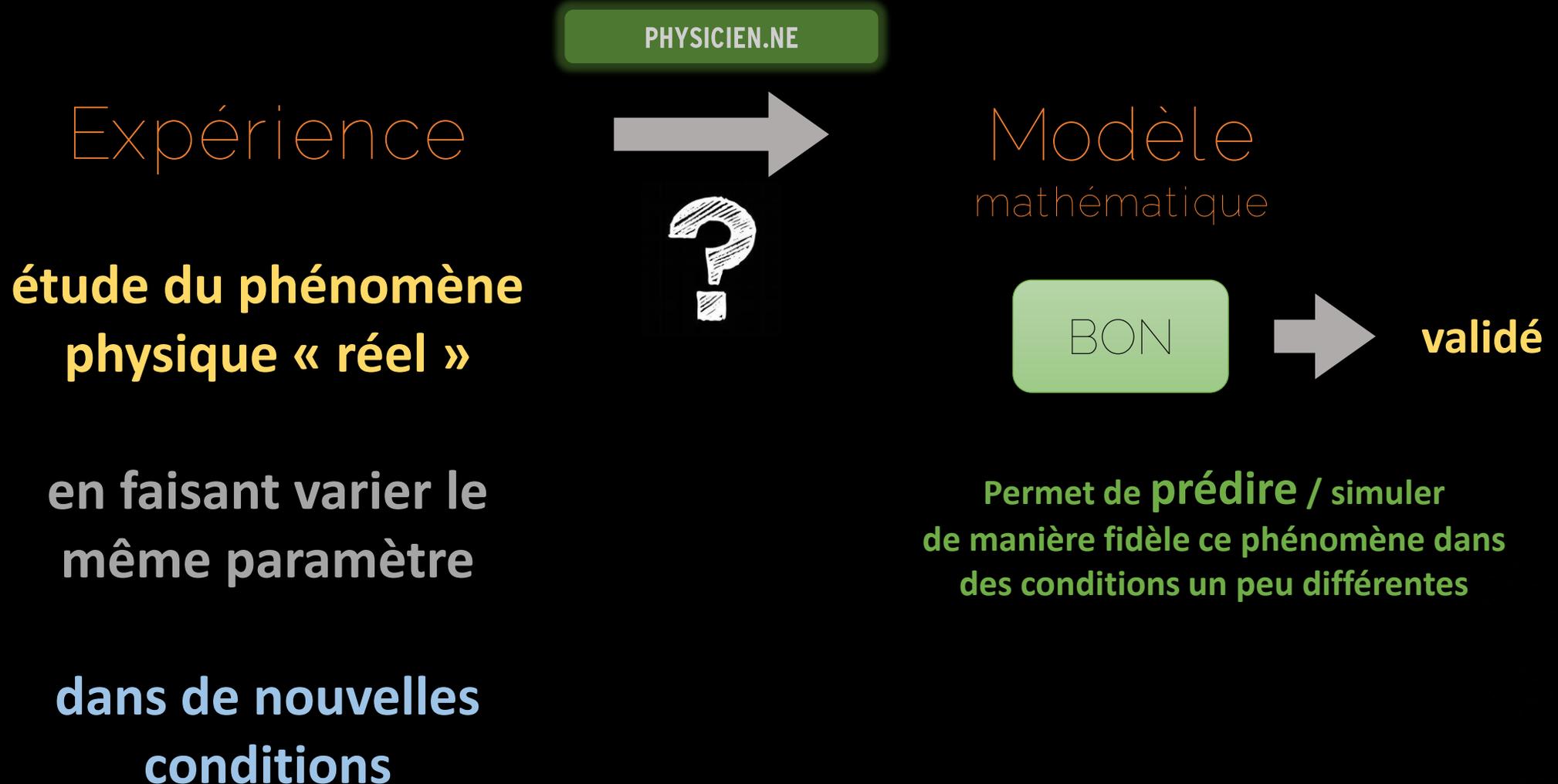
**étude du phénomène
physique « réel »**

**en faisant varier le
même paramètre**

**dans de nouvelles
conditions**







PHYSICIEN.NE

Expérience



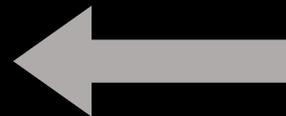
Modèle
mathématique



**étude du phénomène
physique « réel »**

**en faisant varier le
même paramètre**

**dans de nouvelles
conditions**



MAUVAIS





Modèles en électronique

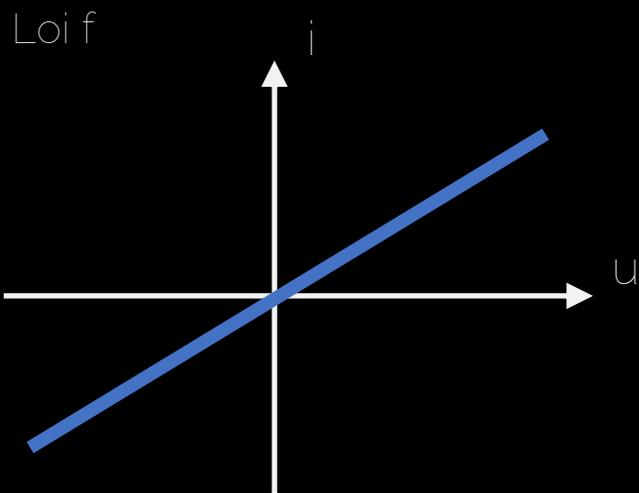
pour l'étude et la validation de fonctions

Julien VILLEMEJANE



Dipôles « standard »

Résistance



$$u = R \cdot i$$

$$Z_R = R$$

Condensateur

$$i = C \cdot du / dt$$

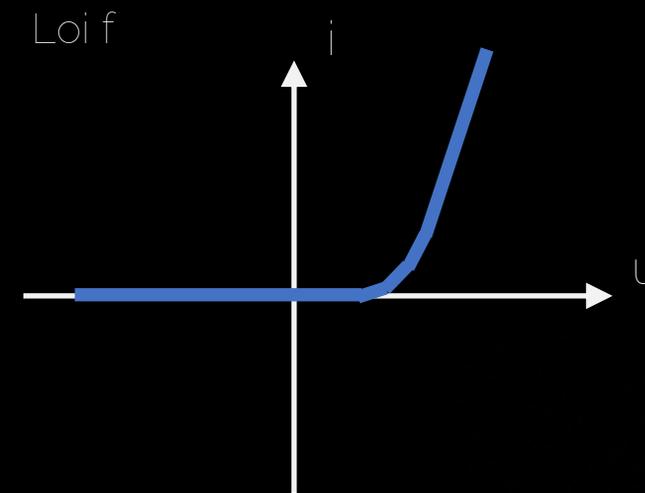
$$Z_C = 1 / jC\omega$$

Inductance

$$u = L \cdot di / dt$$

$$Z_L = jL\omega$$

Diode

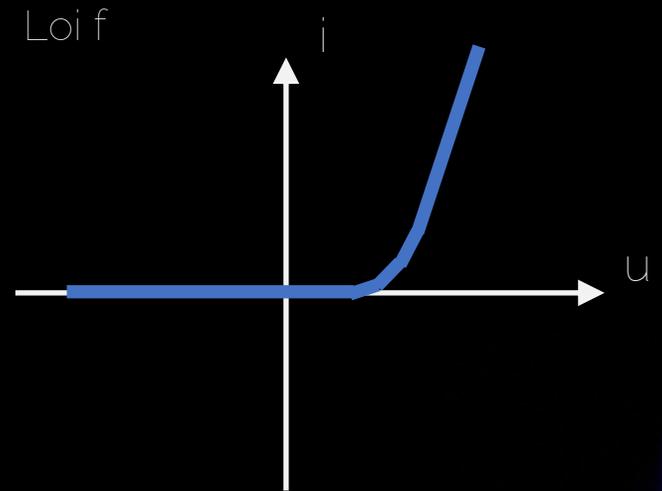


$$i = I_0 [\exp(u / n \cdot V_0) - 1]$$



Dipôles « standard »

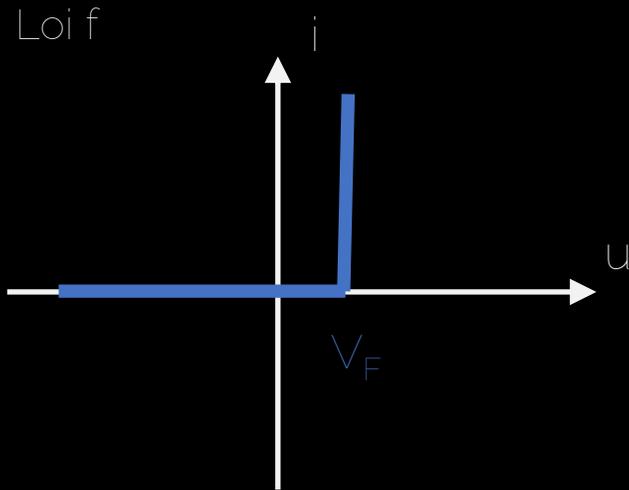
Diode



$$i = I_0 [\exp(u / n.V_0) - 1]$$

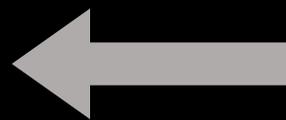


Dipôles « standard »

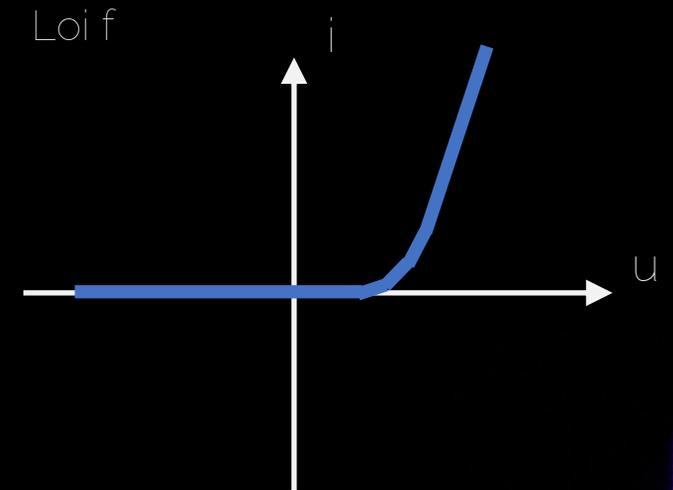


$$i > 0 \text{ si } u > V_F \\ \text{sinon } i = 0$$

selon les cas
simplification
possible



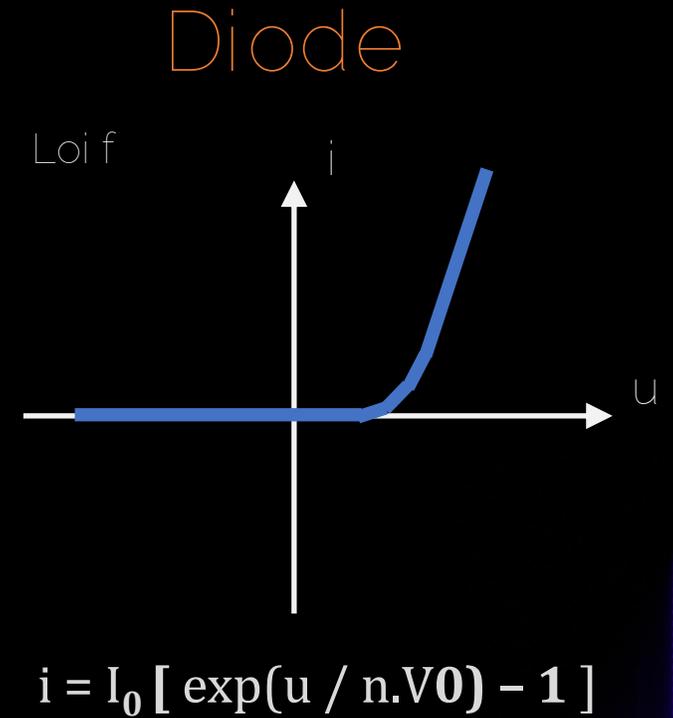
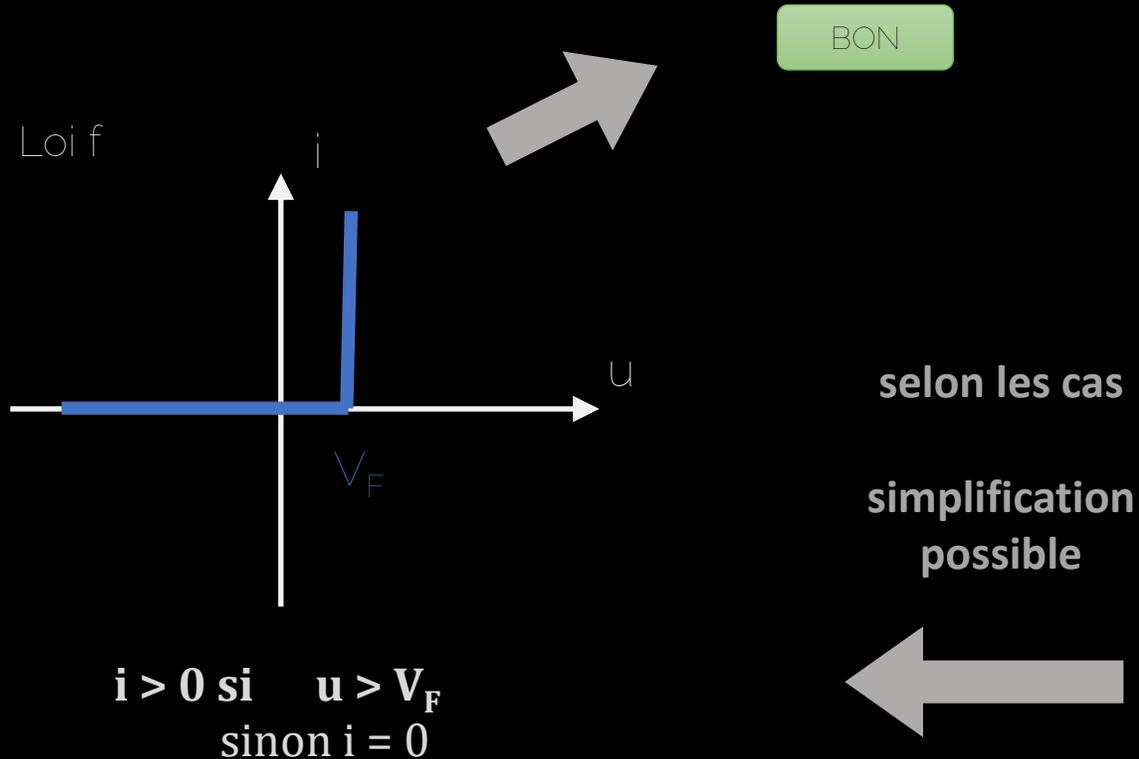
Diode



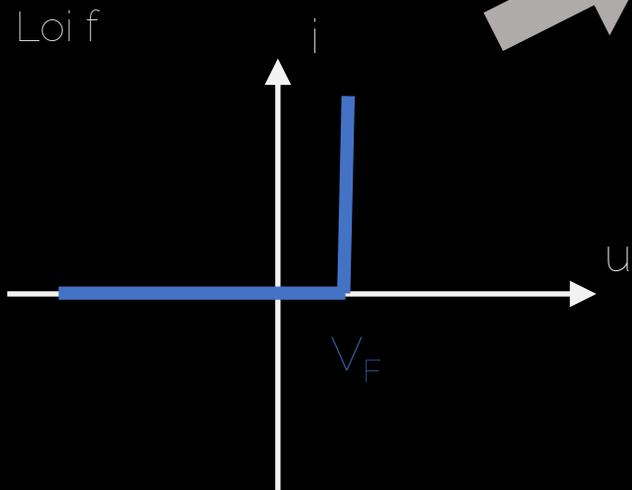
$$i = I_0 [\exp(u / n.V_0) - 1]$$



Dipôles « standard »



Dipôles « standard »



$$i > 0 \text{ si } u > V_F \\ \text{sinon } i = 0$$

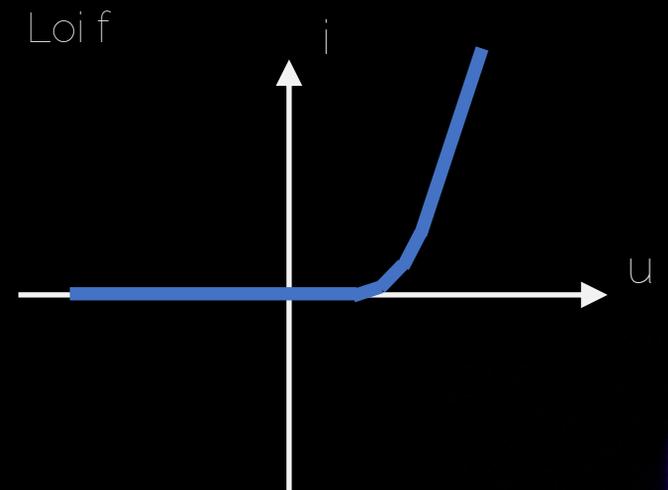
MAUVAIS



selon les cas

simplification
possible

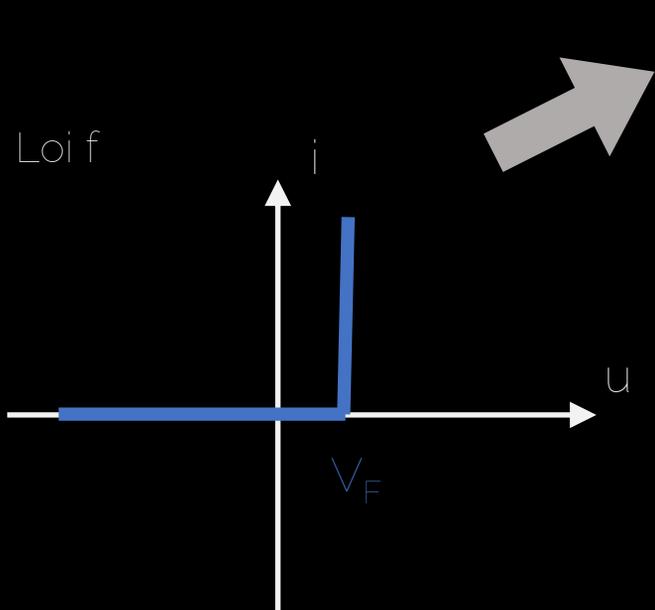
Diode



$$i = I_0 [\exp(u / n.V_0) - 1]$$



Dipôles « standard »



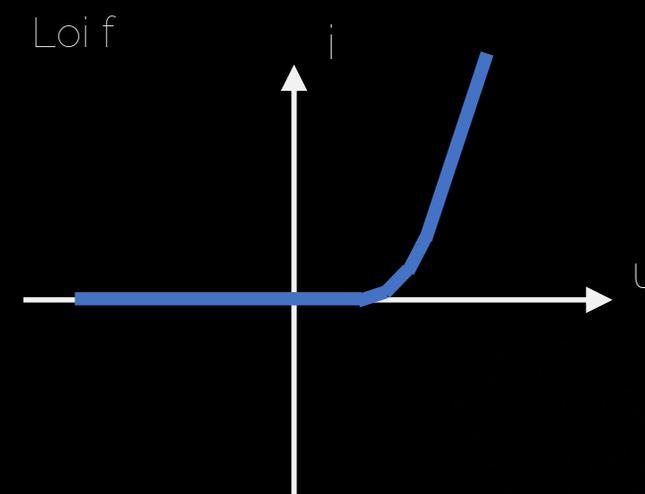
$$i > 0 \text{ si } u > V_F$$

$$\text{sinon } i = 0$$

MAUVAIS



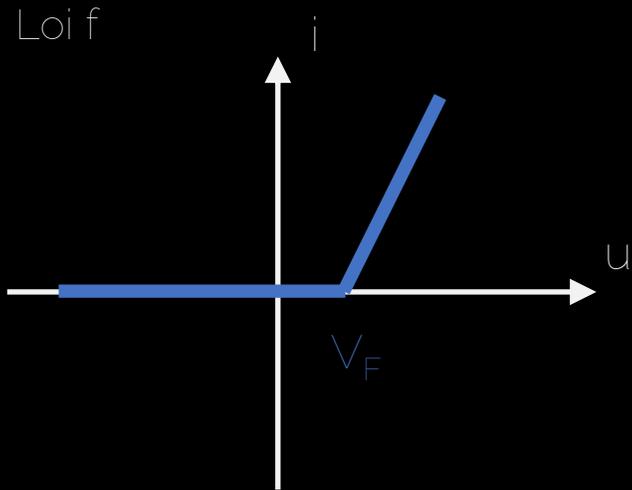
Diode



$$i = I_0 [\exp(u / n.V_0) - 1]$$



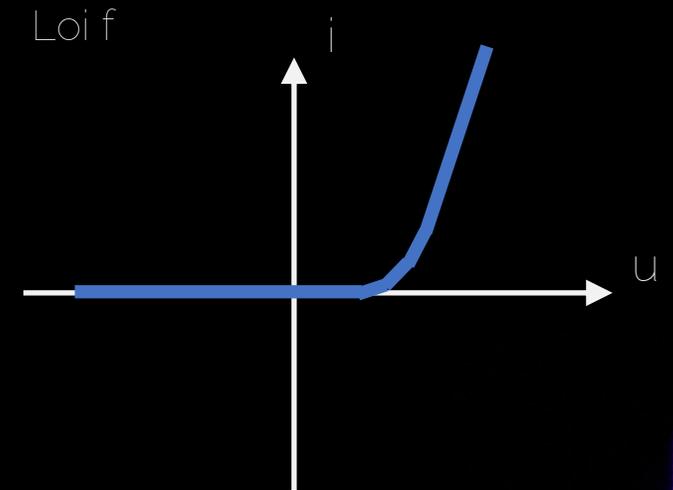
Dipôles « standard »



$$i = (u - V_F) / R \quad \text{si } u > V_F$$
$$\text{sinon } i = 0$$



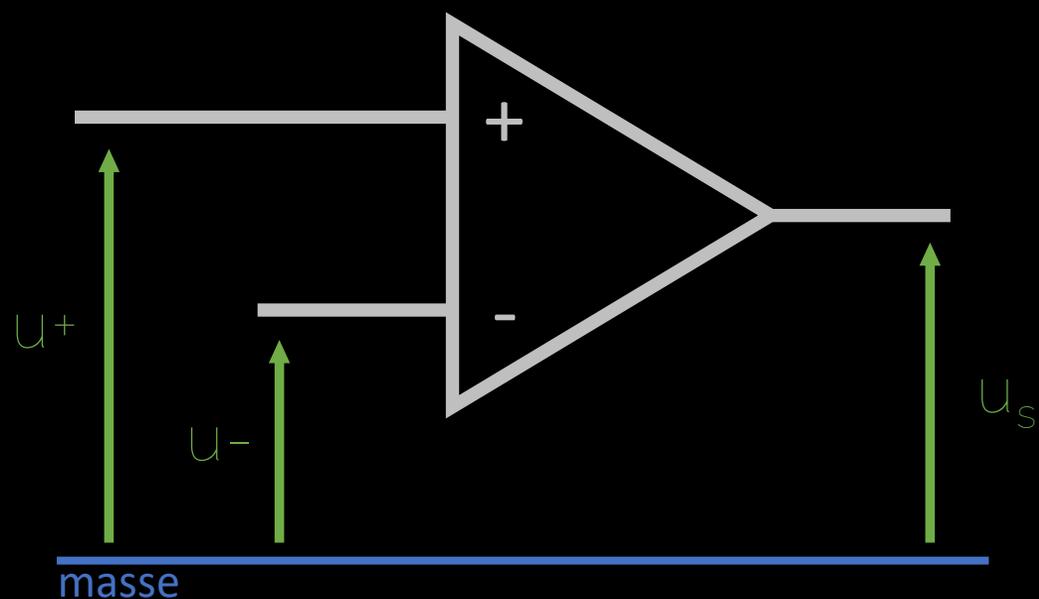
Diode



$$i = I_0 [\exp(u / n.V_0) - 1]$$



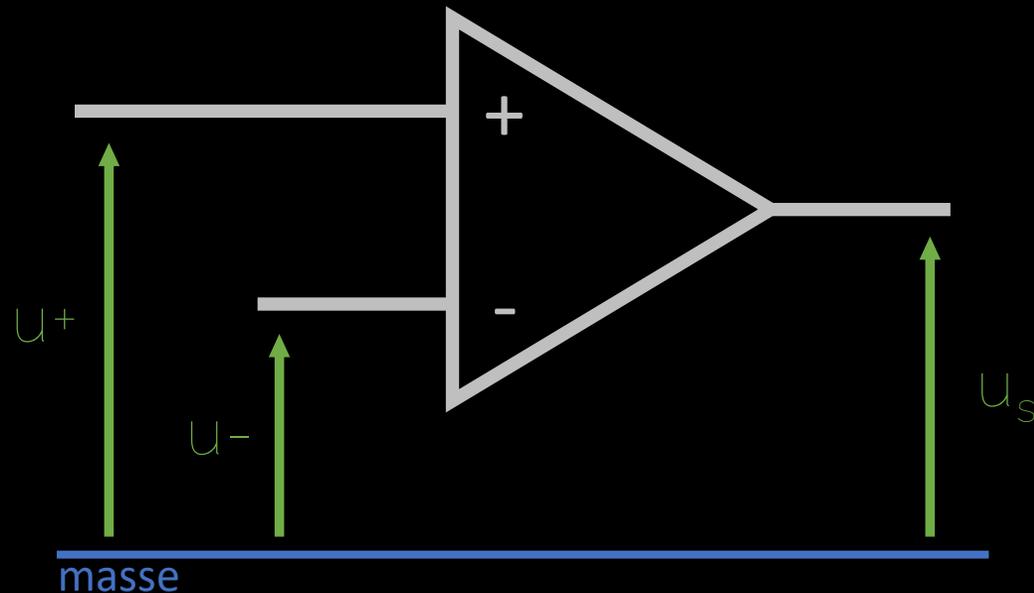
Amplificateur linéaire intégré



Amplificateur linéaire intégré

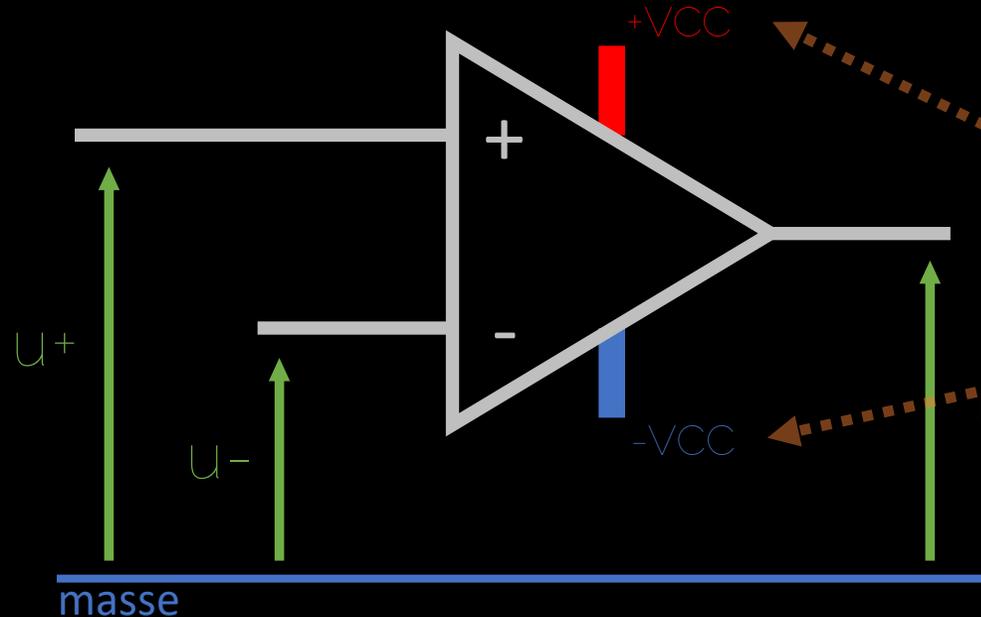
ALI AOP AmpliOp

$$u_s = A \cdot (u^+ - u^-)$$



Amplificateur linéaire intégré

ALI AOP AmpliOp



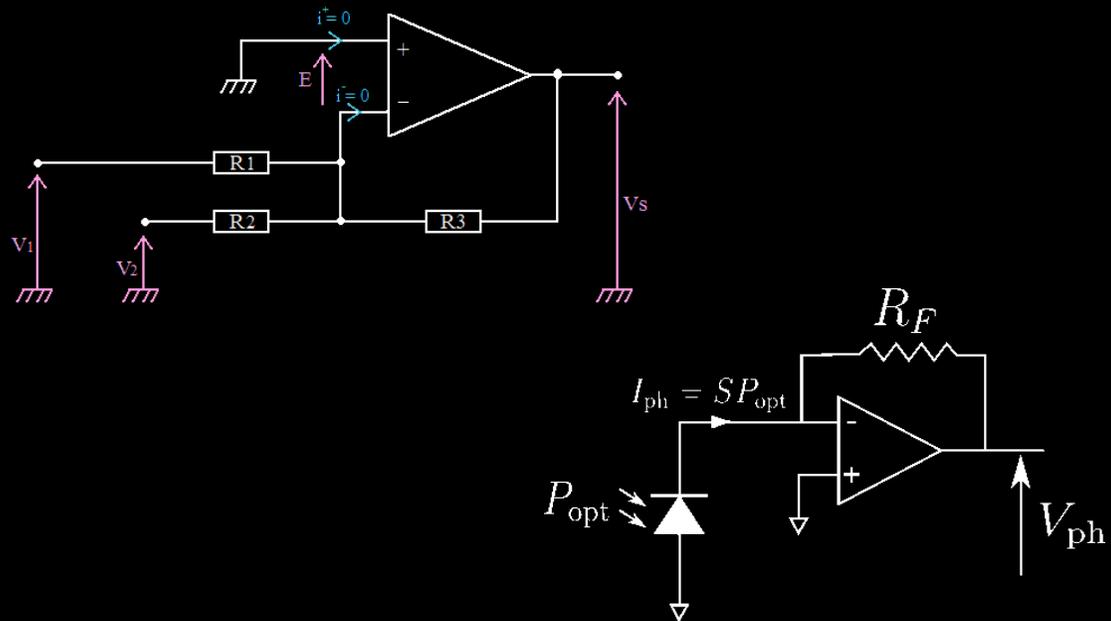
$$u_s = A \cdot (u_+ - u_-)$$

Composant actif
nécessitant une source
d'énergie externe

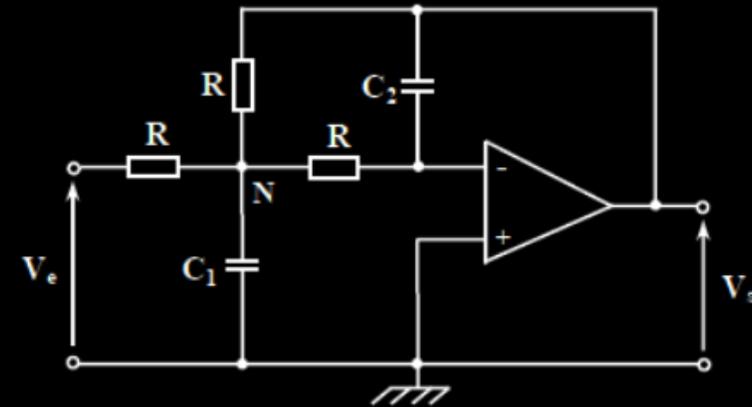


Amplificateur linéaire intégré

AMPLIFICATEUR

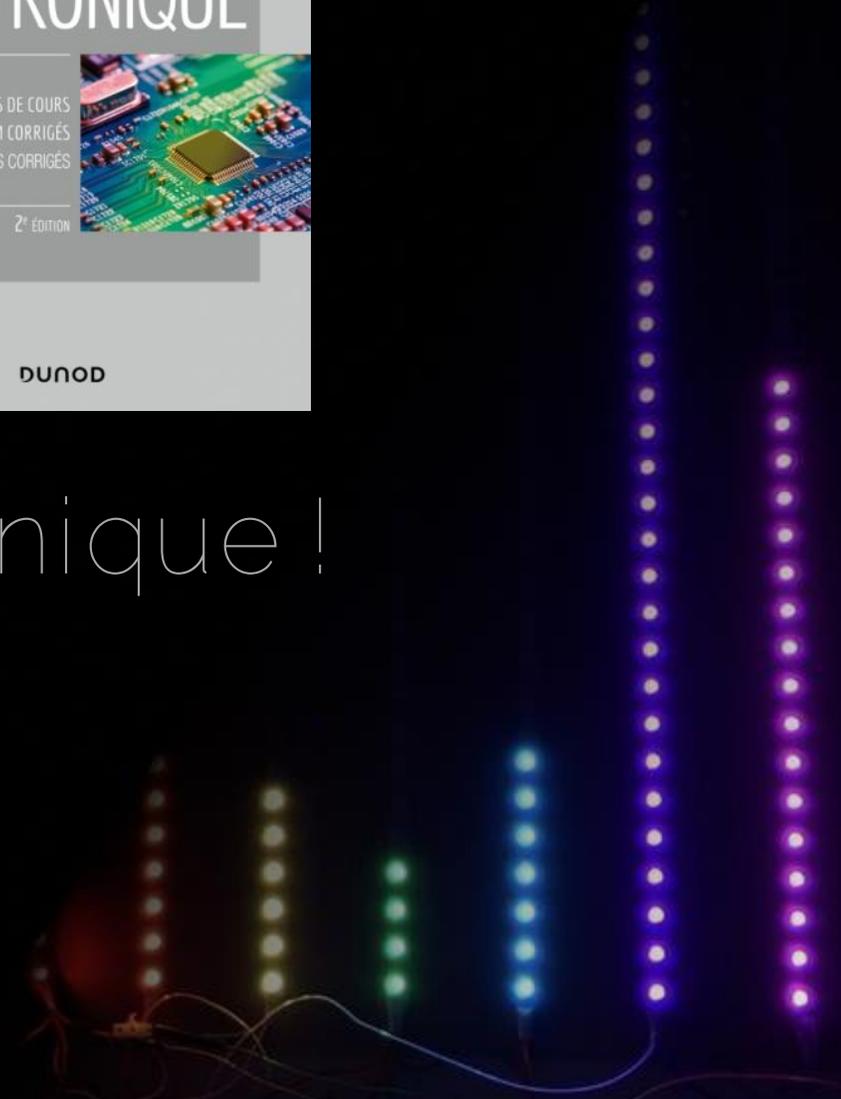


FILTRE ACTIF





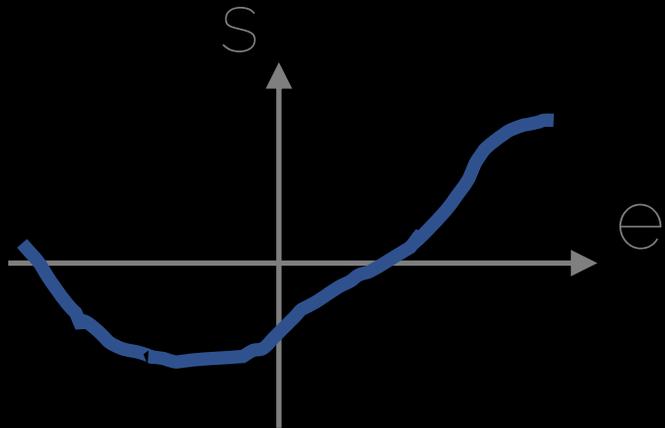
Vous savez tout sur l'électronique !
Ou presque...



Capteurs



Transforment une grandeur
physique en une autre



Modèles en électronique

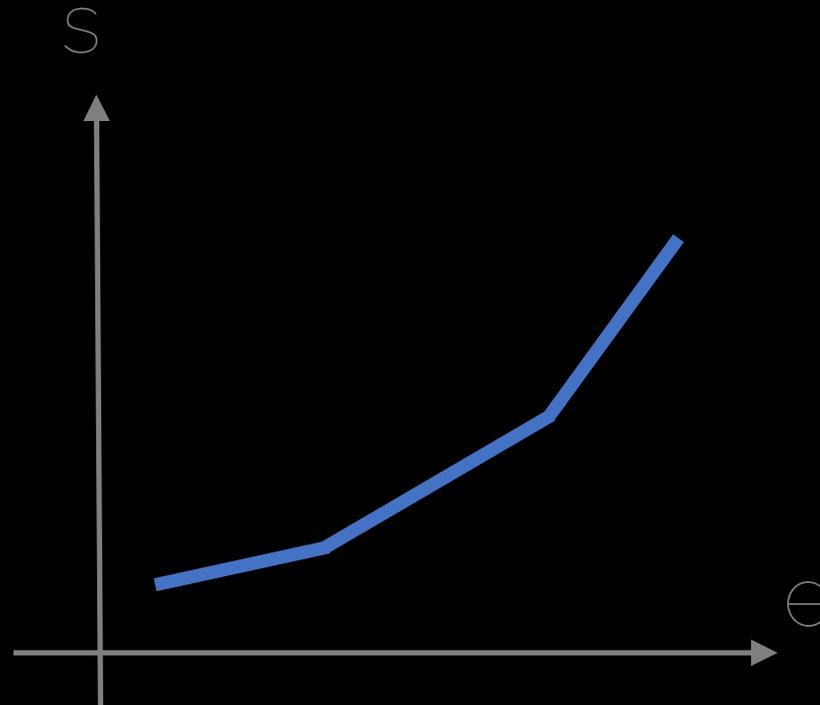
pour l'étude et la validation de fonctions

Capteurs



Transforment une grandeur physique en une autre

➤ la grandeur physique observée



Modèles en électronique

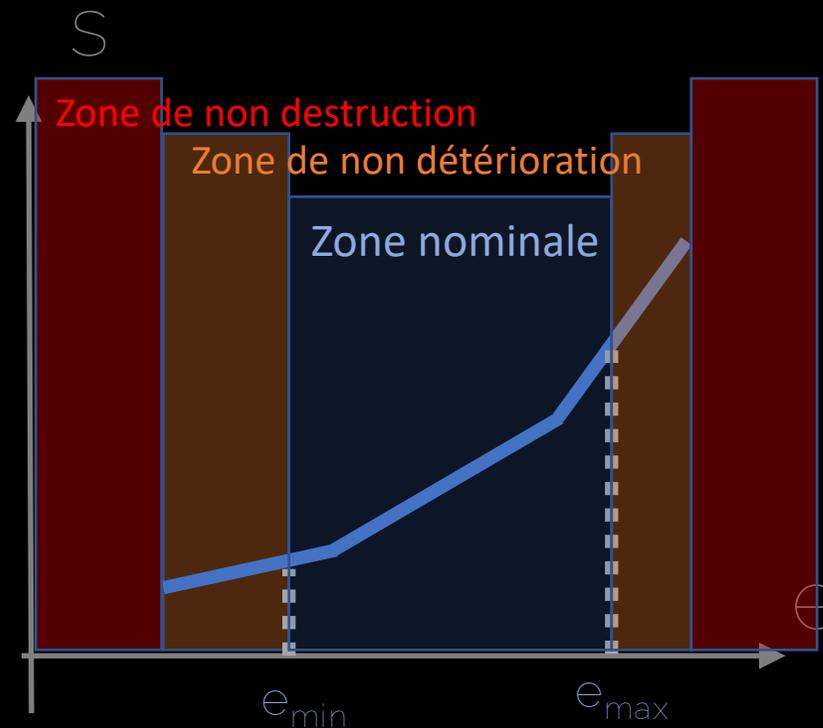
pour l'étude et la validation de fonctions

Capteurs



Transforment une grandeur physique en une autre

- la grandeur physique observée
- son étendue de mesure



Modèles en électronique

pour l'étude et la validation de fonctions

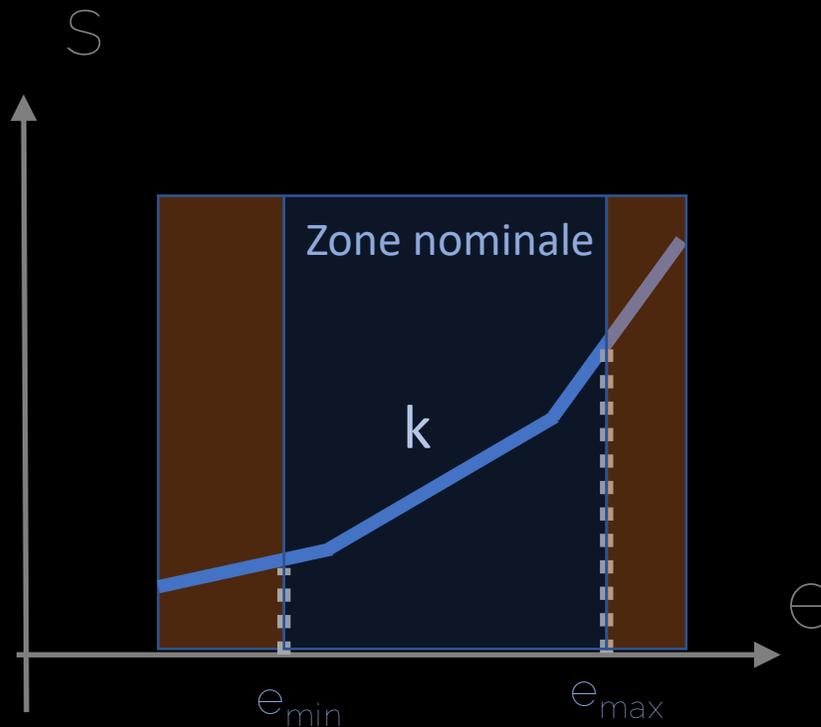
Capteurs



Transforment une grandeur physique en une autre

- la grandeur physique observée
- son étendue de mesure
- sa sensibilité

$$s = k(e) \cdot e$$



Modèles en électronique

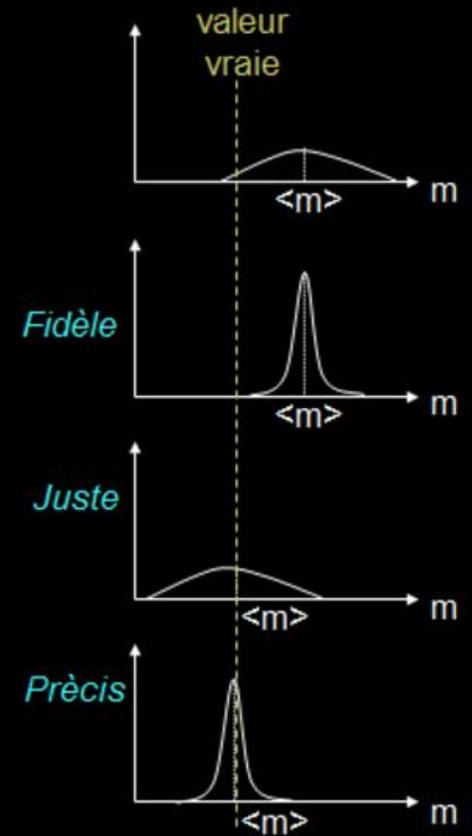
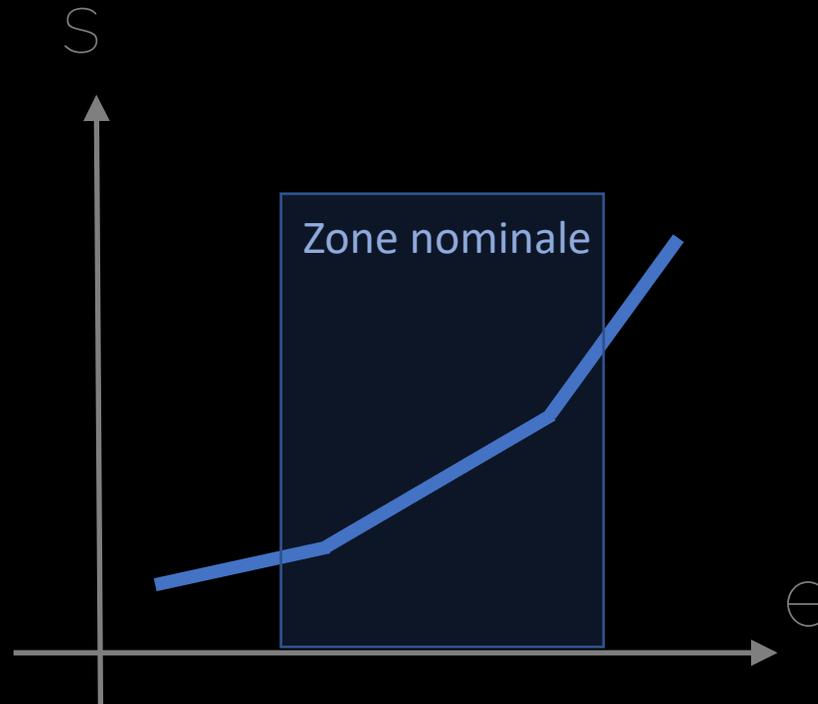
pour l'étude et la validation de fonctions

Capteurs



Transforment une grandeur physique en une autre

- la grandeur physique observée
- son étendue de mesure
- sa sensibilité
- sa précision



Modèles en électronique

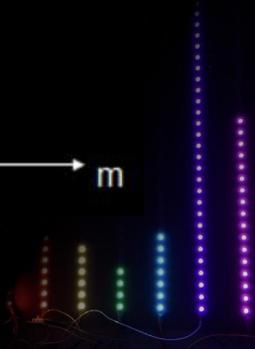
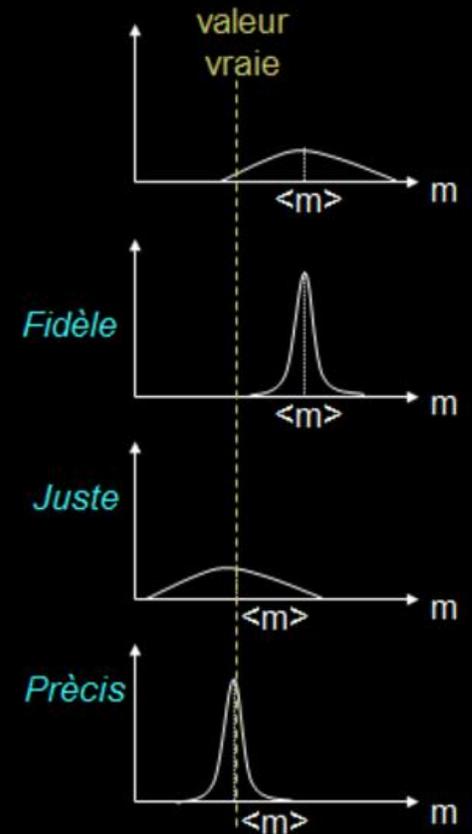
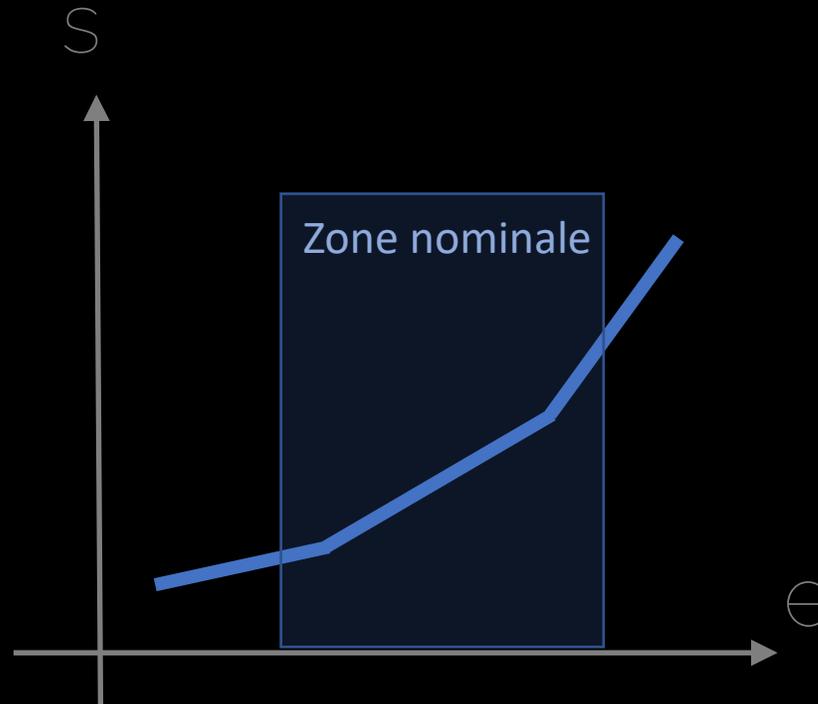
pour l'étude et la validation de fonctions

Capteurs



Transforment une grandeur physique en une autre

- la grandeur physique observée
- son étendue de mesure
- sa sensibilité
- sa précision
- sa linéarité



Modèles en électronique

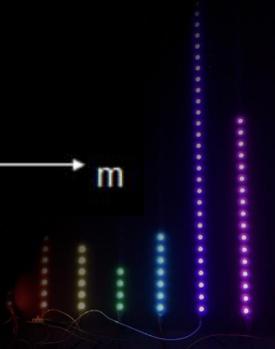
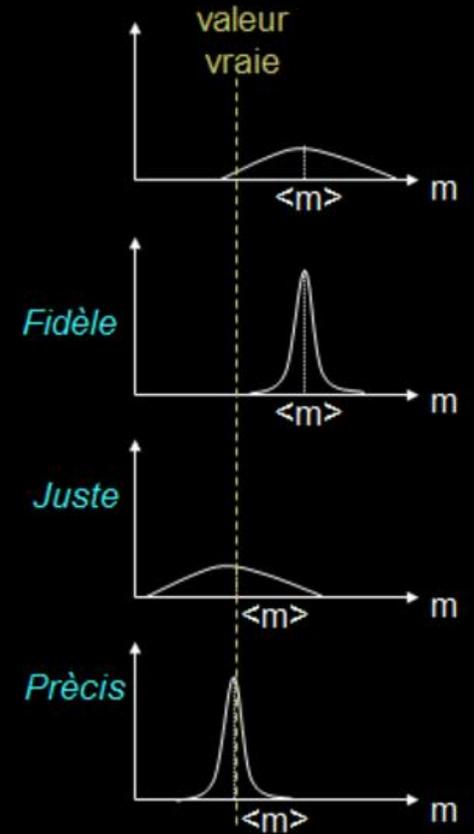
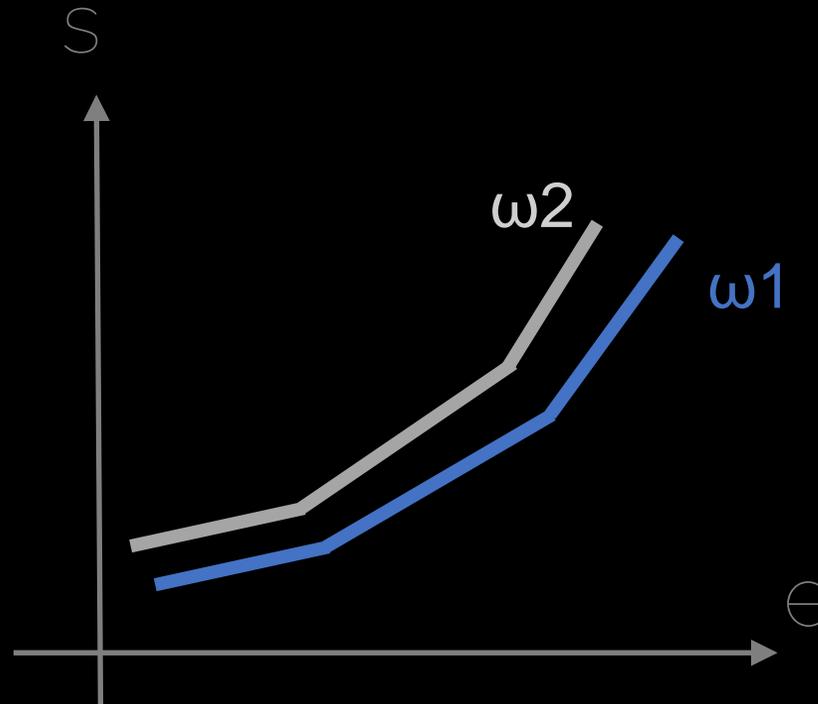
pour l'étude et la validation de fonctions

Capteurs



Transforment une grandeur physique en une autre

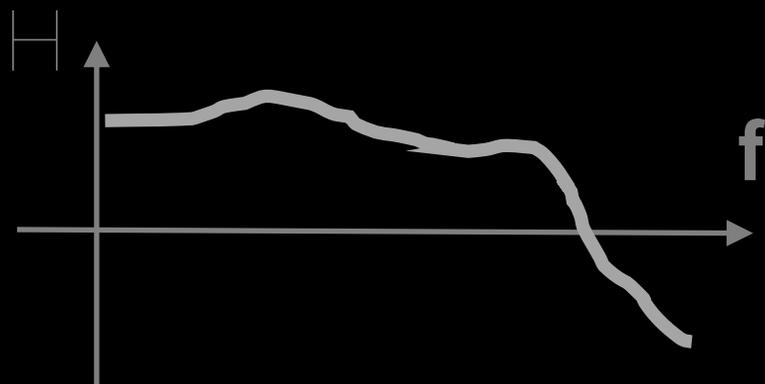
- la grandeur physique observée
- son étendue de mesure
- sa sensibilité
- sa précision
- sa linéarité
- sa bande passante



Systèmes



Transfert de l'énergie

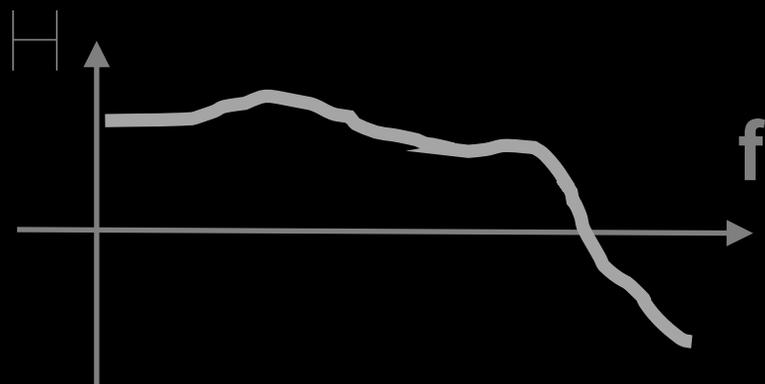


Systèmes



Transfert de l'énergie

REPONSE HARMONIQUE (Diagramme de Bode)

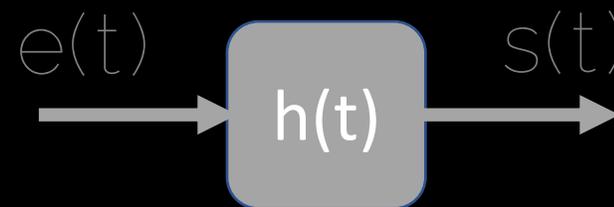
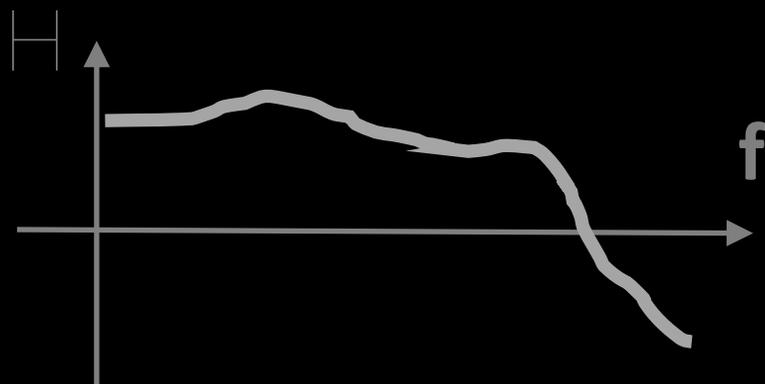


Systèmes



Transfert de l'énergie

REPONSE HARMONIQUE (Diagramme de Bode)



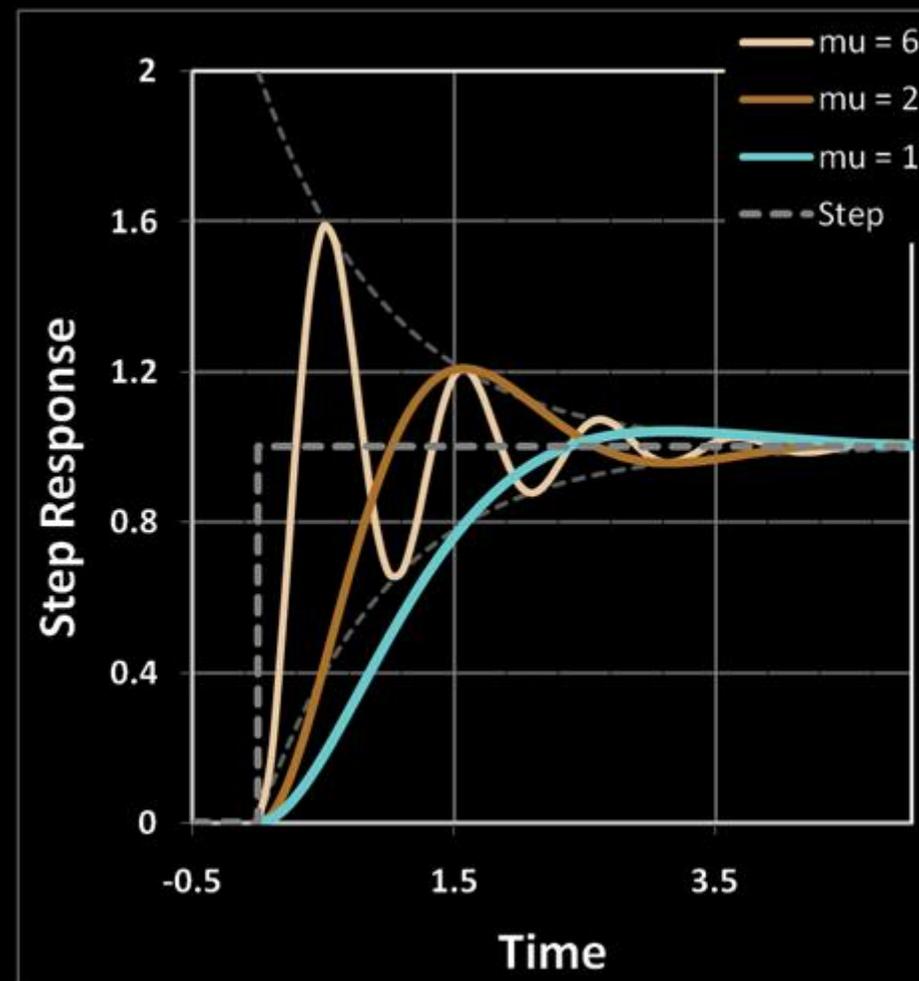
REPONSE IMPULSIONNELLE (dirac)

REPONSE INDICIELLE (échelon)



Systèmes

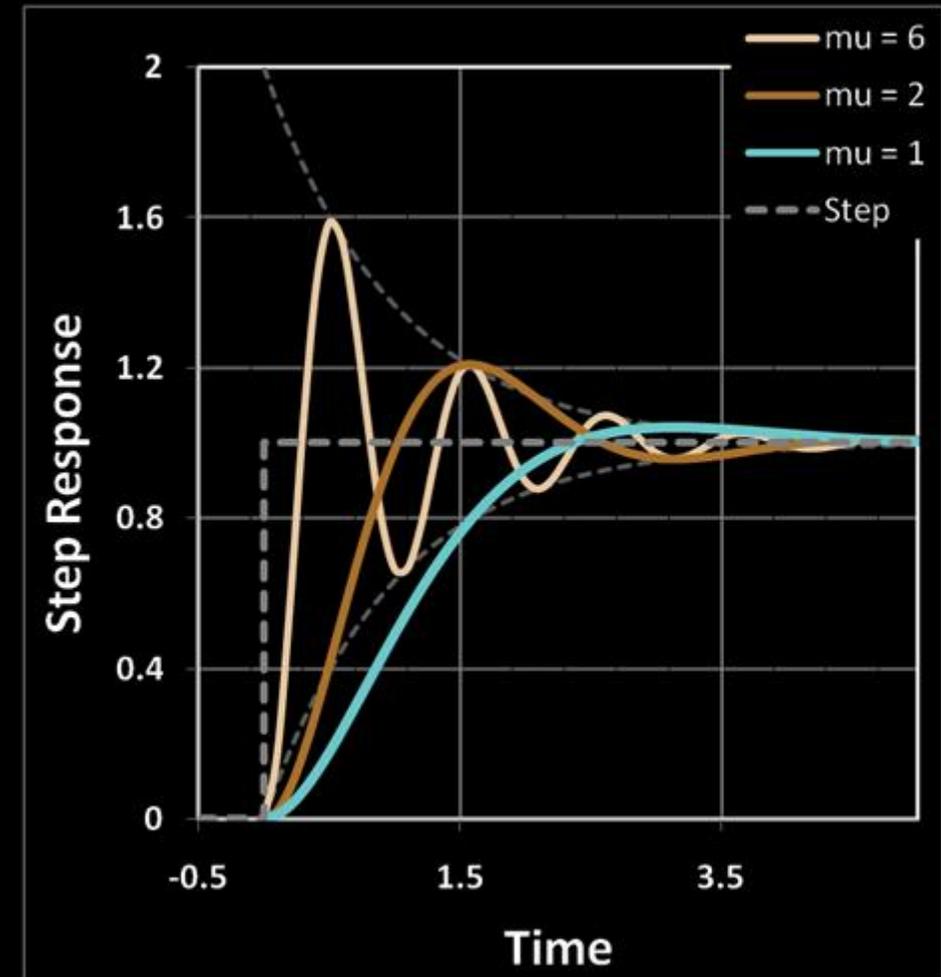
REPONSE A CERTAINS SIGNAUX



Systèmes

REPONSE A CERTAINS SIGNAUX

COMPORTEMENT EN FREQUENCE



Systèmes

COMPORTEMENT EN FREQUENCE

PREMIER ORDRE

SECOND ORDRE

ORDRE ≥ 3

PASSE-BAS

PASSE-BANDE

PASSE-HAUT

COUPE-BANDE

GAIN

BANDE-PASSANTE

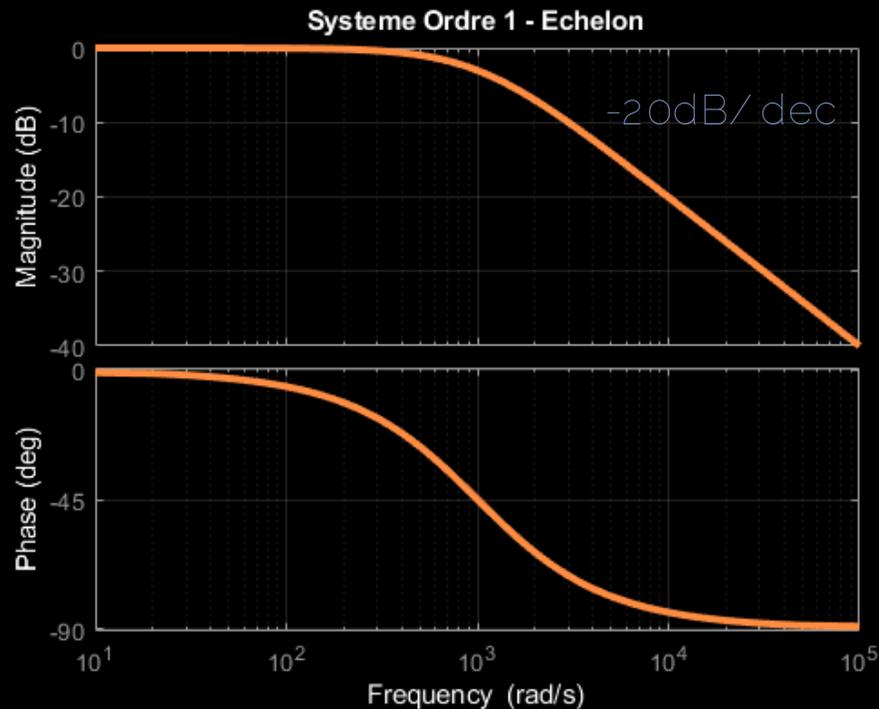
AMORTISSEMENT



Systèmes

PREMIER ORDRE

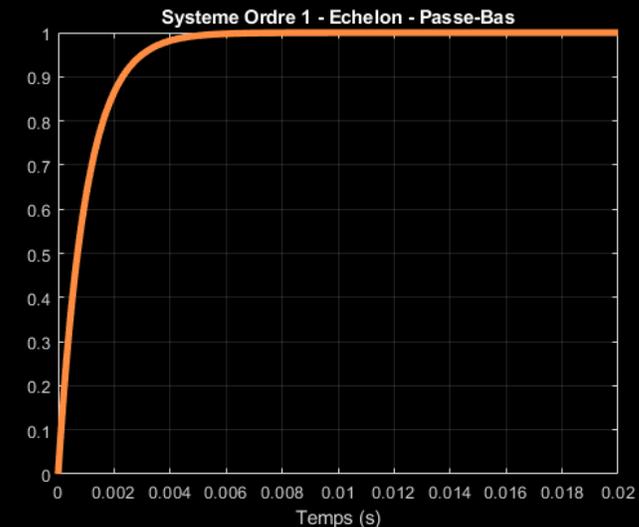
PASSE-BAS



REPONSE HARMONIQUE (Diagramme de Bode)

$$H(j\omega) = \frac{A}{1 + j \cdot \frac{\omega}{\omega_0}}$$

REPONSE INDICIELLE (Echelon)

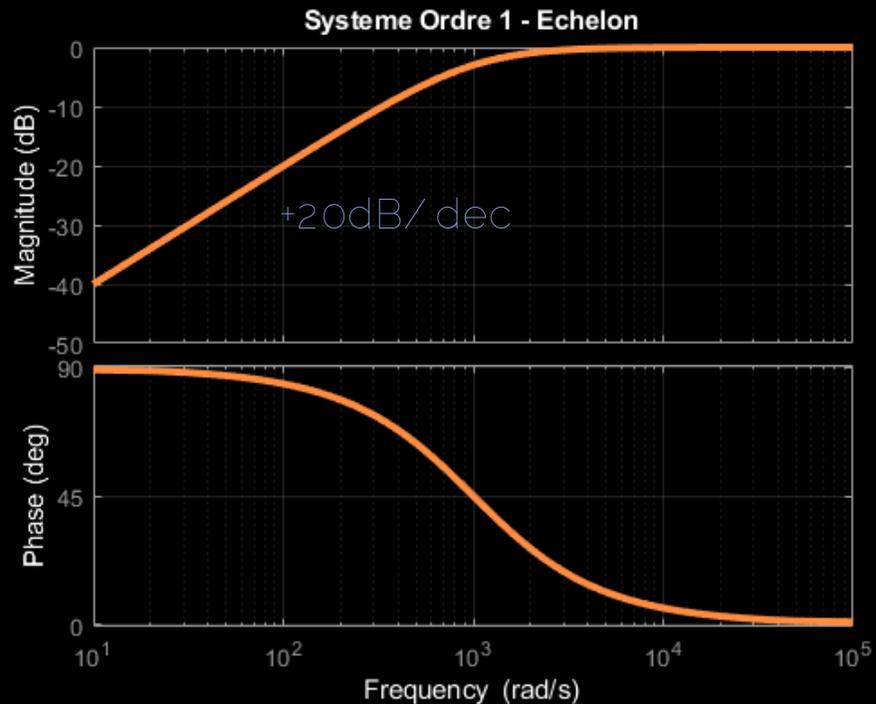


Systèmes

PREMIER ORDRE

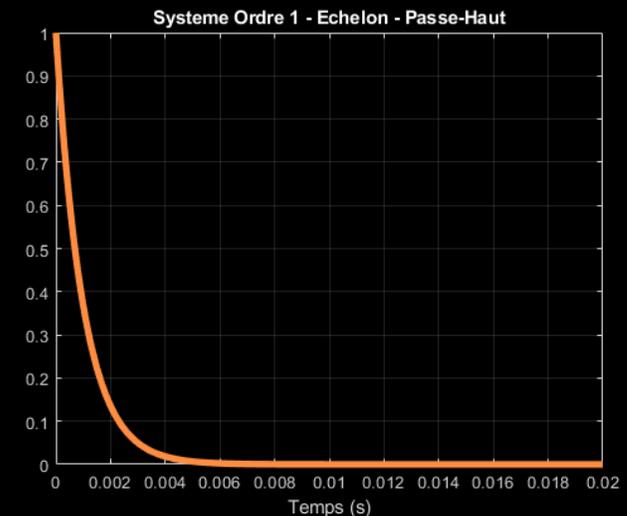
PASSE-HAUT

$$H(j\omega) = \frac{A \cdot j \frac{\omega}{\omega_0}}{1 + j \cdot \frac{\omega}{\omega_0}}$$



REPONSE HARMONIQUE (Diagramme de Bode)

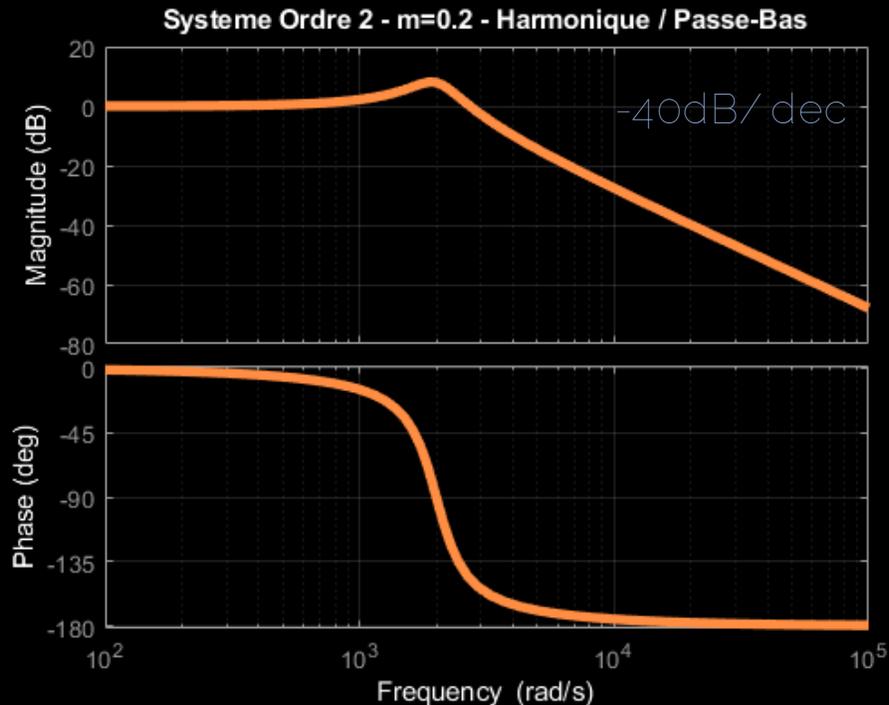
REPONSE INDICIELLE (Echelon)



Systèmes

SECOND ORDRE

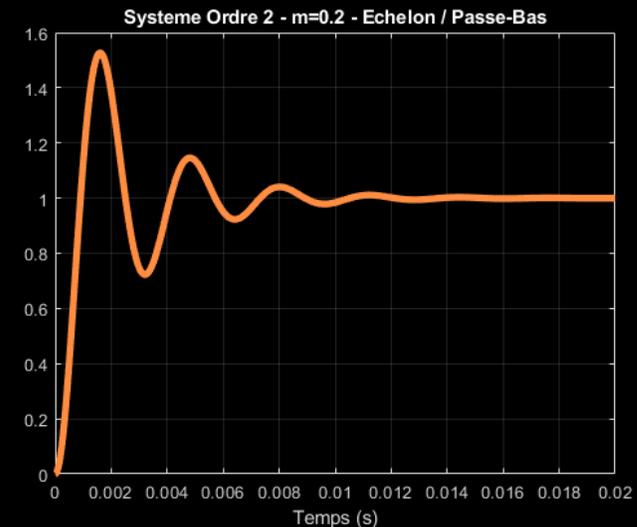
PASSE-BAS



REPONSE HARMONIQUE (Diagramme de Bode)

$$H(j\omega) = \frac{A}{1 + 2 \cdot m \cdot j \cdot \frac{\omega}{\omega_0} + j^2 \cdot \frac{\omega^2}{\omega_0^2}}$$

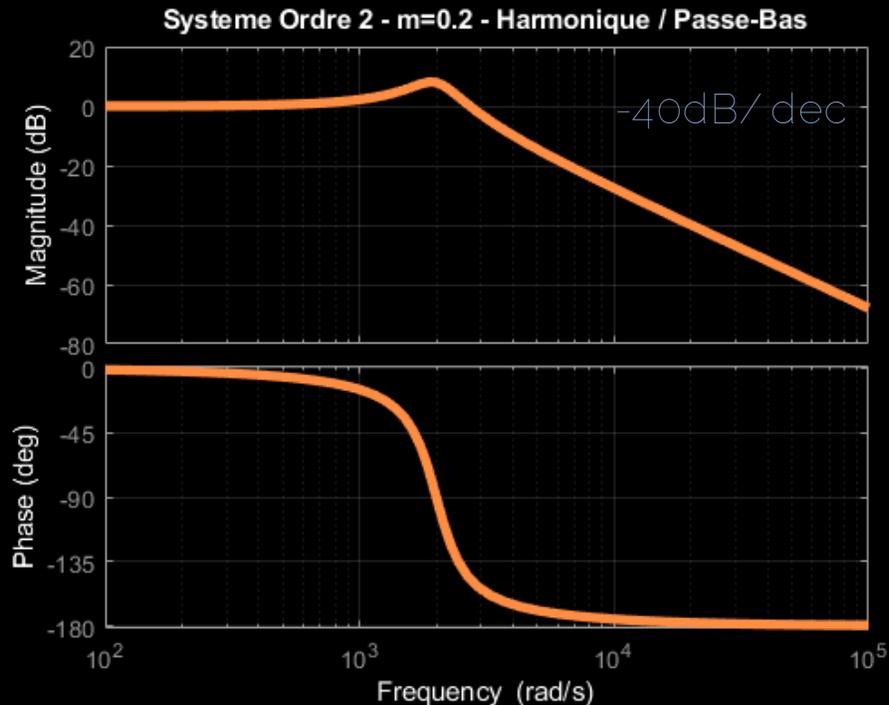
REPONSE INDICIELLE (Echelon)



Systèmes

SECOND ORDRE

PASSE-BAS

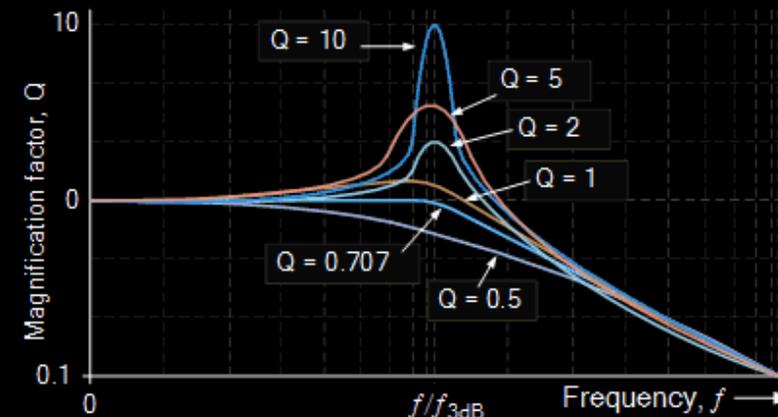


REPONSE HARMONIQUE (Diagramme de Bode)

$$H(j\omega) = \frac{A}{1 + 2 \cdot m \cdot j \cdot \frac{\omega}{\omega_0} + j^2 \cdot \frac{\omega^2}{\omega_0^2}}$$

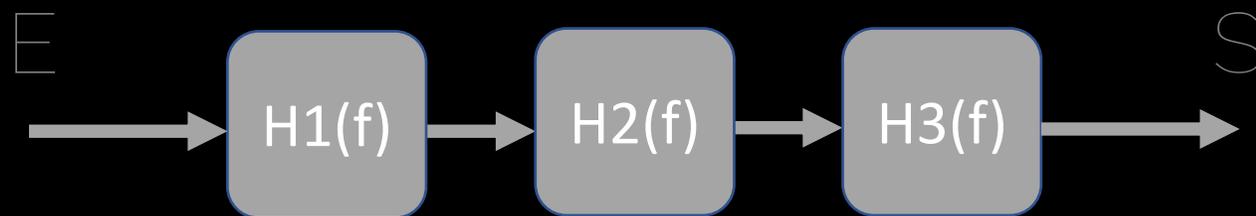
amortissement (m) ou qualité (Q)

$$2 \cdot m = 1/Q$$



Systemes

Nième ORDRE



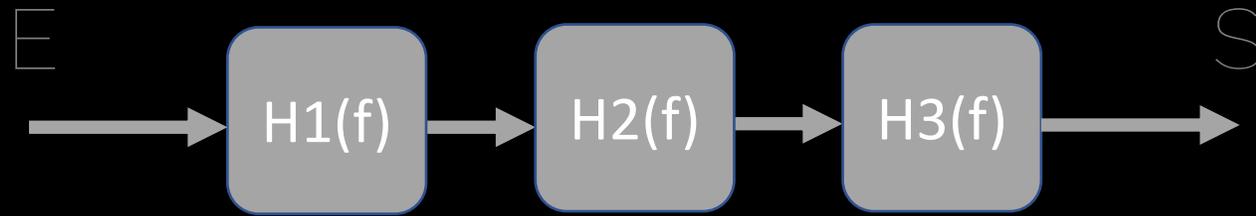
$$H(f) = H_1(f) \cdot H_2(f) \cdot H_3(f)$$

**MISE EN CASCADE
DE SYSTEMES
DU PREMIER ORDRE ET
DU SECOND ORDRE**



Systèmes

Nième ORDRE



$$H(f) = H1(f) \cdot H2(f) \cdot H3(f)$$

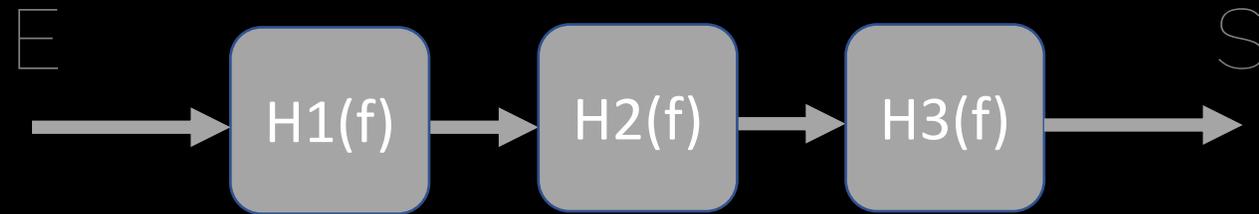


$$G = 20 \cdot \log_{10}(H)$$



Systèmes

Nième ORDRE



$$H(f) = H_1(f) \cdot H_2(f) \cdot H_3(f)$$



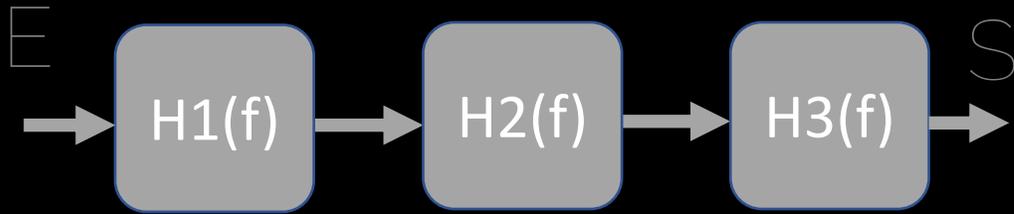
$$G = 20 \cdot \log_{10}(H)$$

$$G = G_1 + G_2 + G_3$$



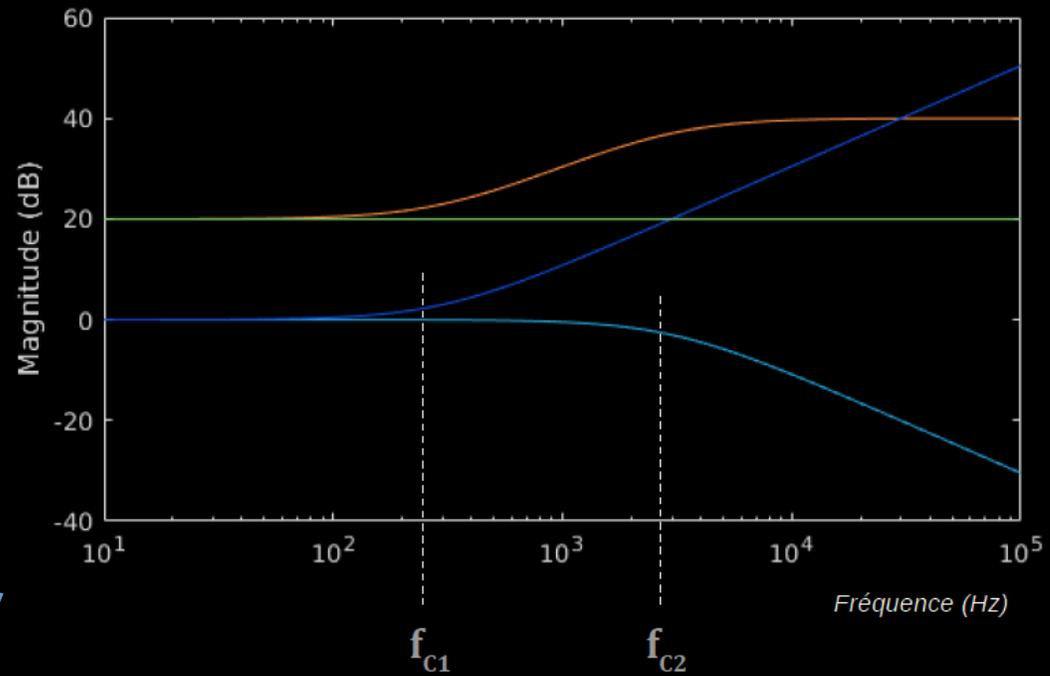
Systèmes

Nième ORDRE



$$H(f) = H_1(f) \cdot H_2(f) \cdot H_3(f)$$

$$G = G_1 + G_2 + G_3$$



Dérivateur réel

SYSTEME COMPLET

Gain Constant

Intégrateur réel



Expériences en physique

Et modèles...

PHYSICIEN.NE

Expérience



Modèle
mathématique

**étude du phénomène
physique « réel »**

**« mise en équation » de
l'évolution des grandeurs physiques**

systemes



modèles
déjà connus

ELECTRONICIEN.NE





Photons vs électrons

Emission et détection

Julien VILLEMEJANE



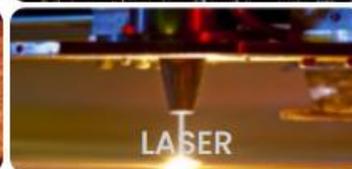
Des électrons aux photons

Sources à LED



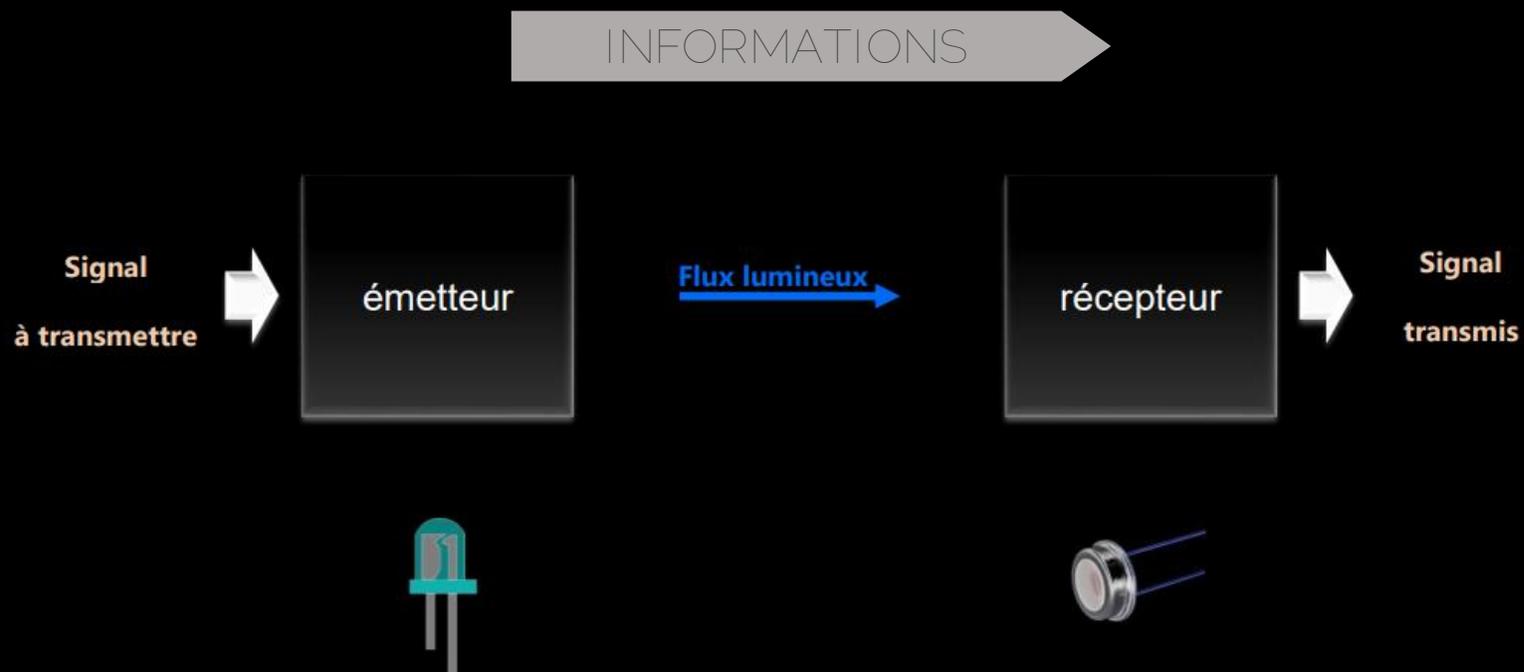
photonique

La science des technologies de demain



Des électrons aux photons

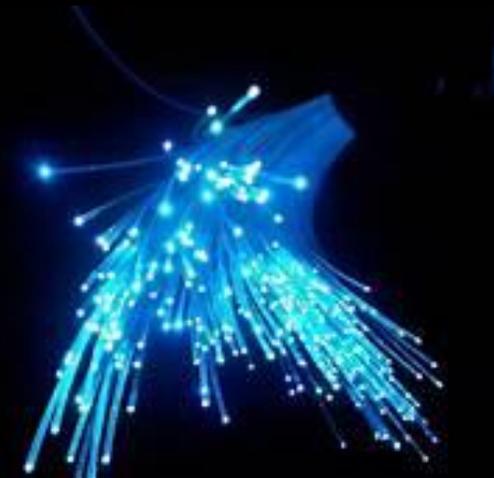
Sources à LED



Des électrons aux photons

Sources à LED

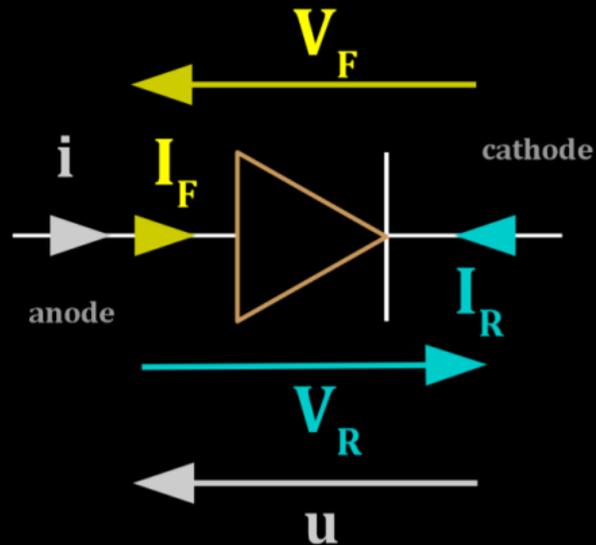
Sources LED



Des électrons aux photons

Sources à LED

Sources LED / Paramètres électriques



I_F : **courant direct**

souvent $I_F < I_{FMAX}$

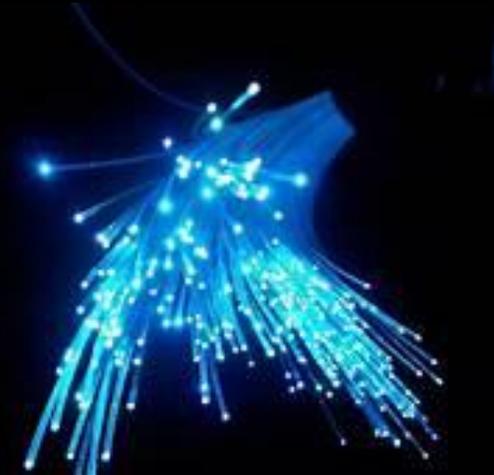
V_F : **tension directe**

aussi appelée seuil

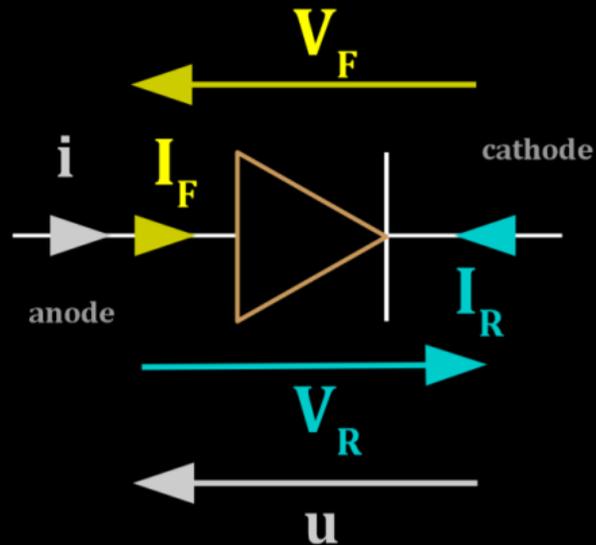
I_R : **courant inverse**

V_R : **tension inverse**

souvent $V_R < V_{RMAX}$



Sources LED / Paramètres électriques



I_F : **courant direct**

souvent $I_F < I_{FMAX}$

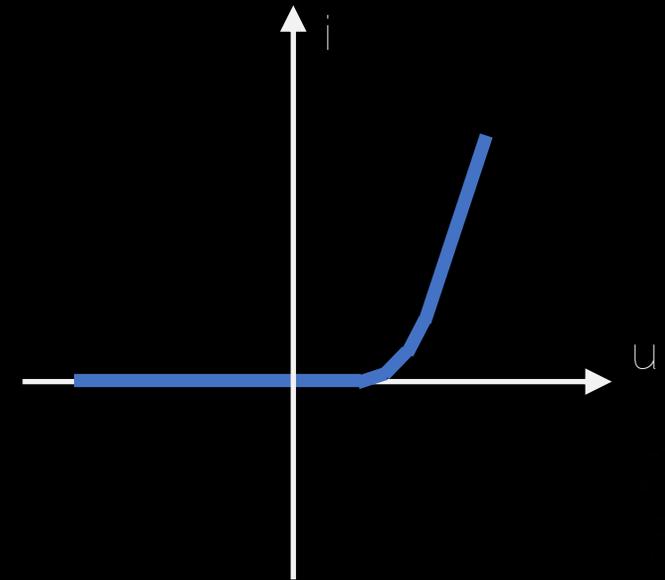
V_F : **tension directe**

aussi appelée seuil

I_R : **courant inverse**

V_R : **tension inverse**

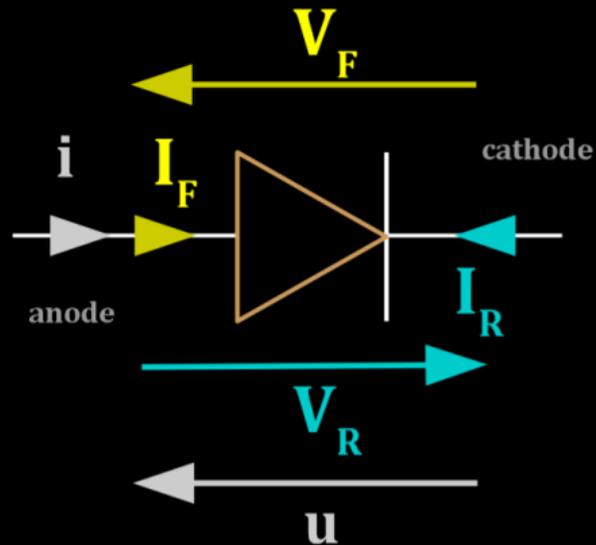
souvent $V_R < V_{RMAX}$



Des électrons aux photons

Sources à LED

Sources LED / Paramètres électriques



I_F : **courant direct**

souvent $I_F < I_{FMAX}$

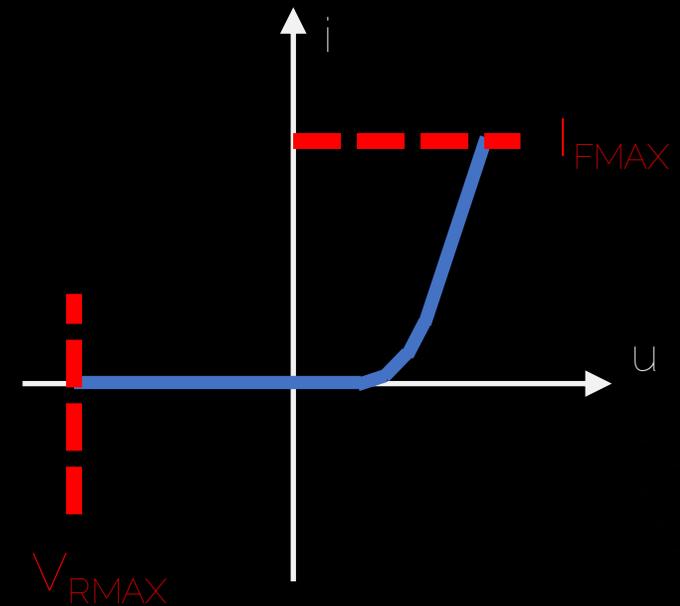
V_F : **tension directe**

aussi appelée seuil

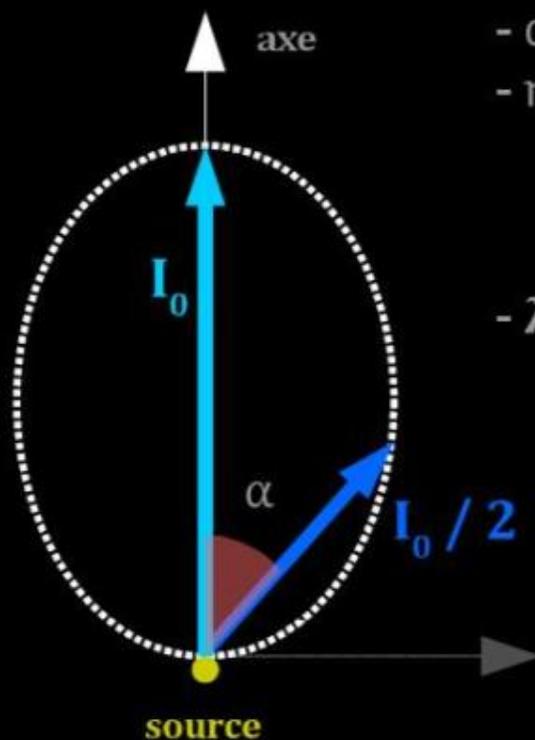
I_R : **courant inverse**

V_R : **tension inverse**

souvent $V_R < V_{RMAX}$



Sources LED / Paramètres optiques



- I_0 : intensité lumineuse sur l'axe

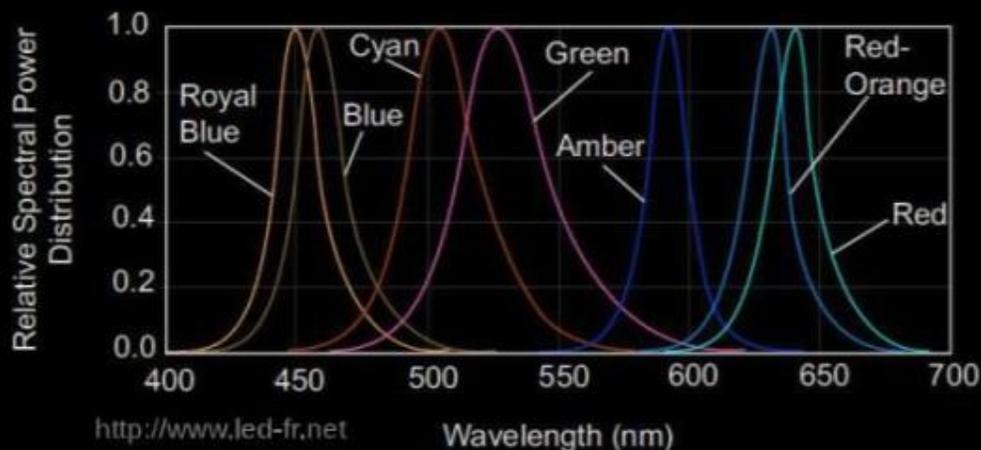
- α : demi-angle (directivité)

- η : rendement de conversion

$$\eta = \frac{\text{Nb photons émis}}{\text{Nb électrons}}$$

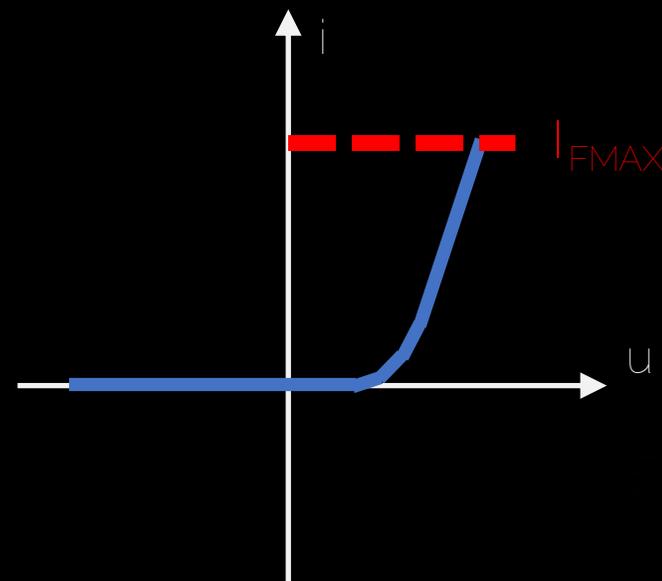
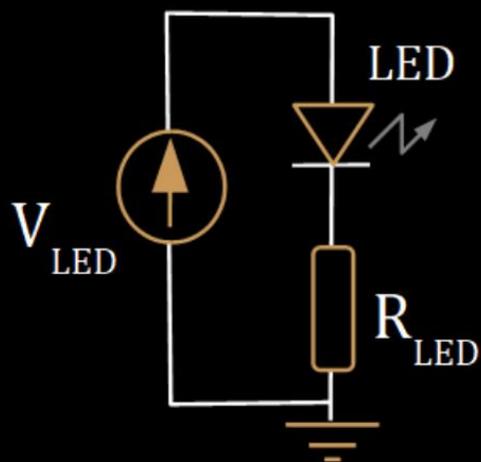
- λ : longueur d'onde d'émission

$$\Phi_{led} = k \cdot i F_{led}$$



Sources LED / Emetteur

$$\Phi_{led} = k \cdot i F_{led}$$

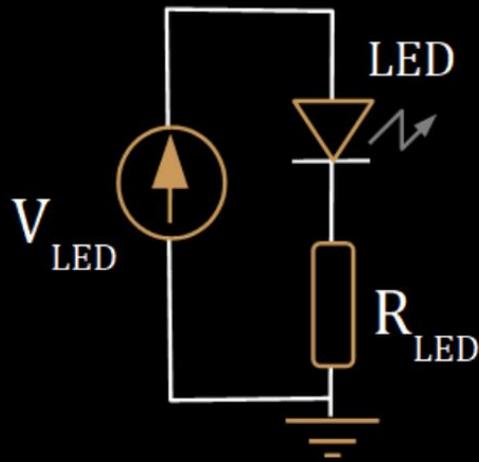


Des électrons aux photons

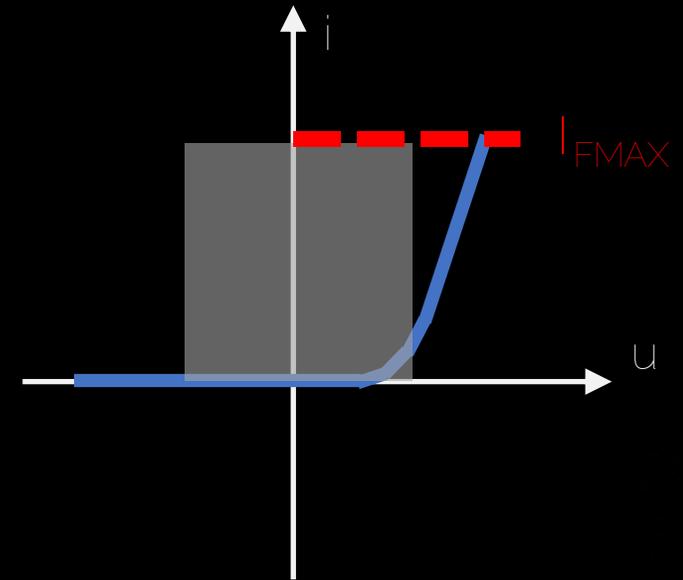
Sources à LED

Sources LED / Emetteur

$$\Phi_{led} = k \cdot i F_{led}$$



$$V_{LED}(t) = A \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot t)$$

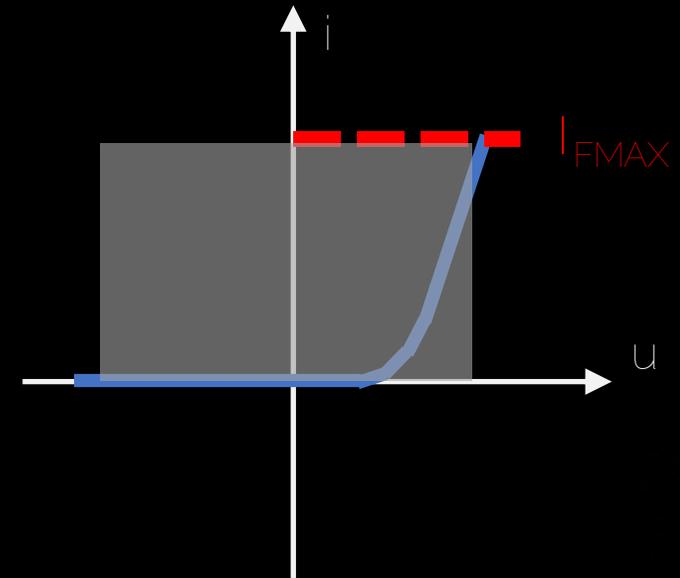
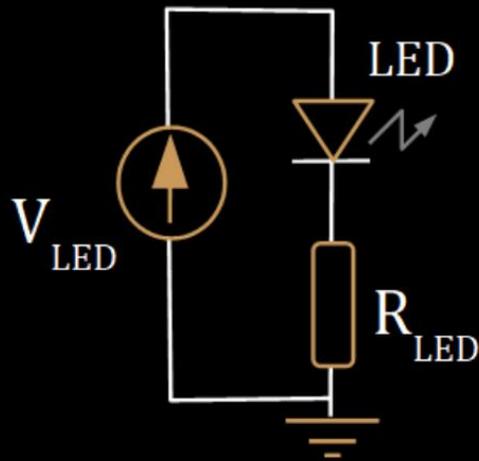


Des électrons aux photons

Sources à LED

Sources LED / Emetteur

$$\Phi_{led} = k \cdot i F_{led}$$

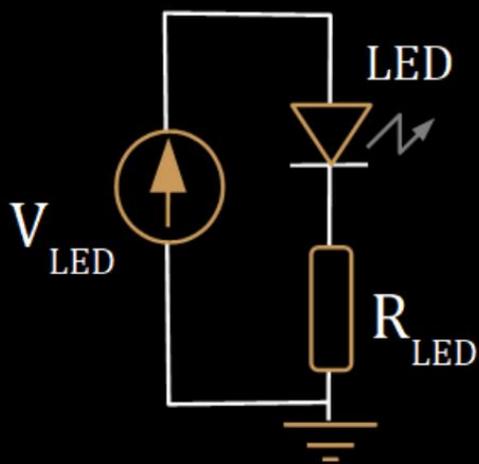


$$V_{LED}(t) = A \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot t)$$

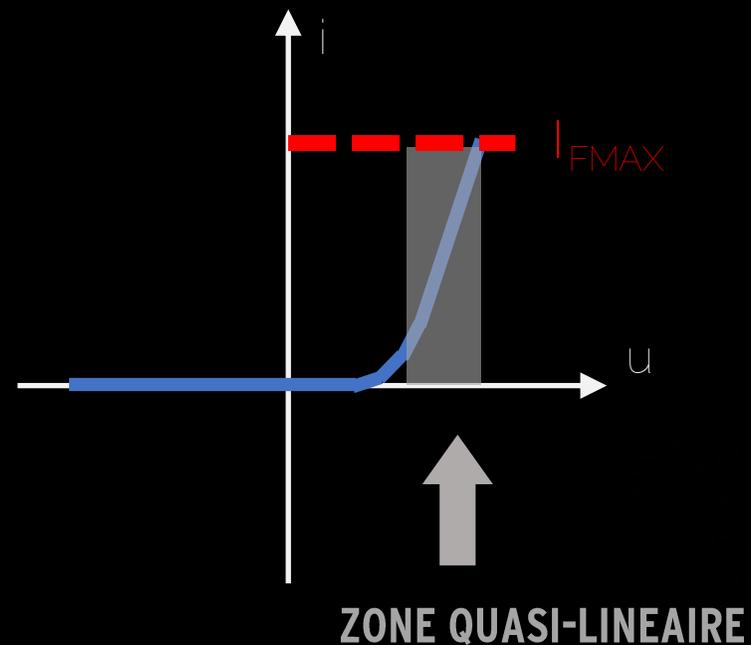


Sources LED / Emetteur

$$\Phi_{led} = k \cdot i F_{led}$$



$$V_{LED}(t) = Offset + A \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot t)$$



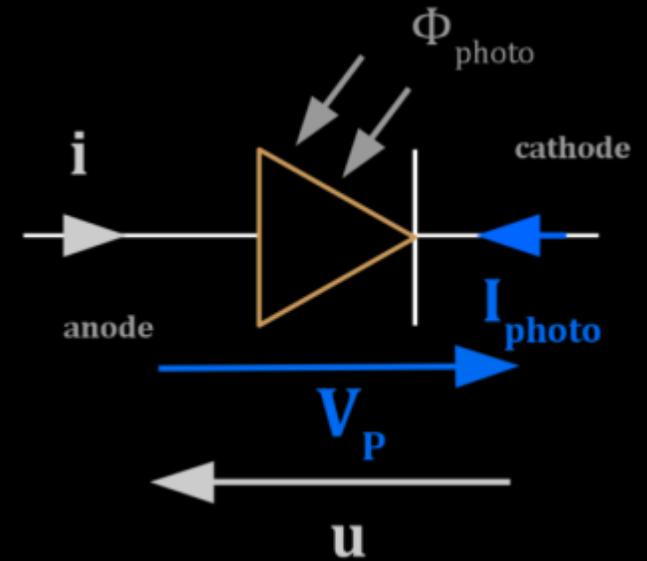
Des photons aux électrons

Photodétection

Photodiode



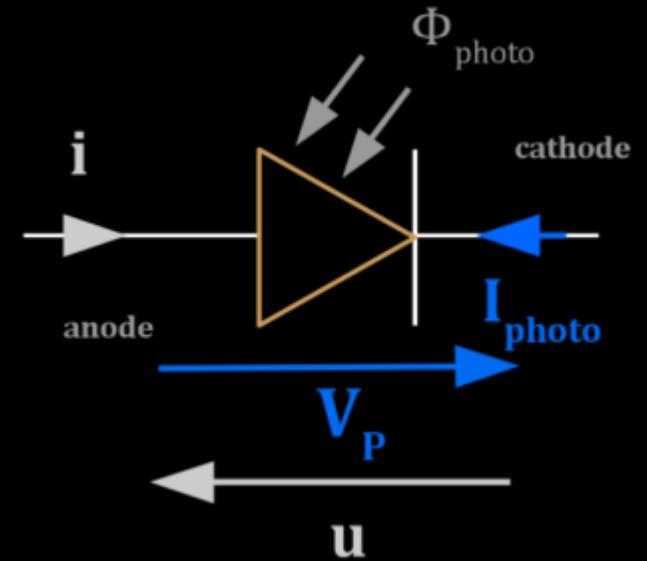
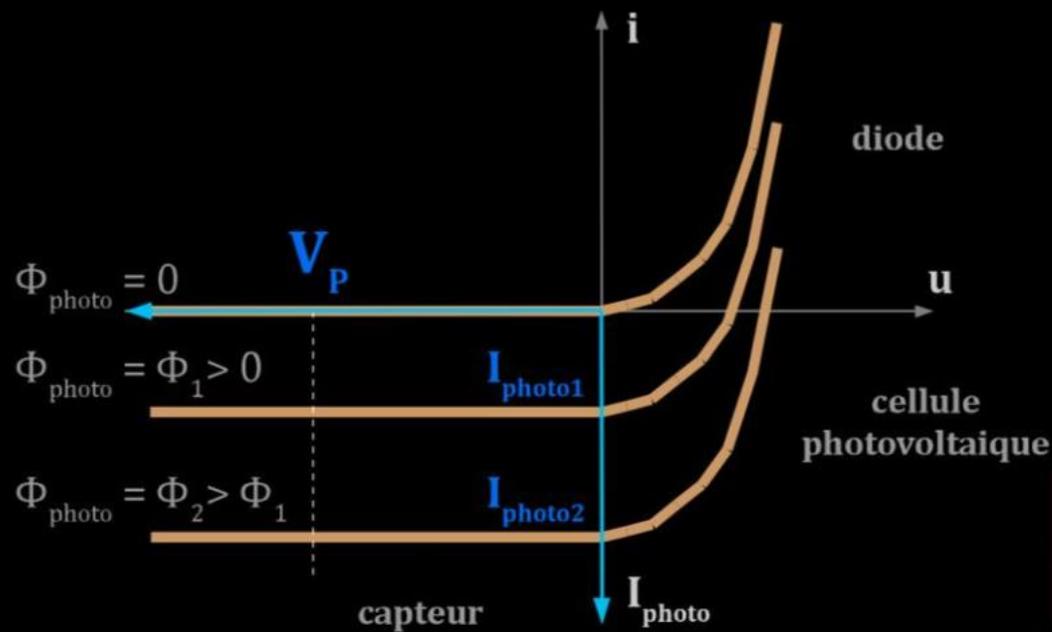
Photodiode



Des photons aux électrons

Photodétection

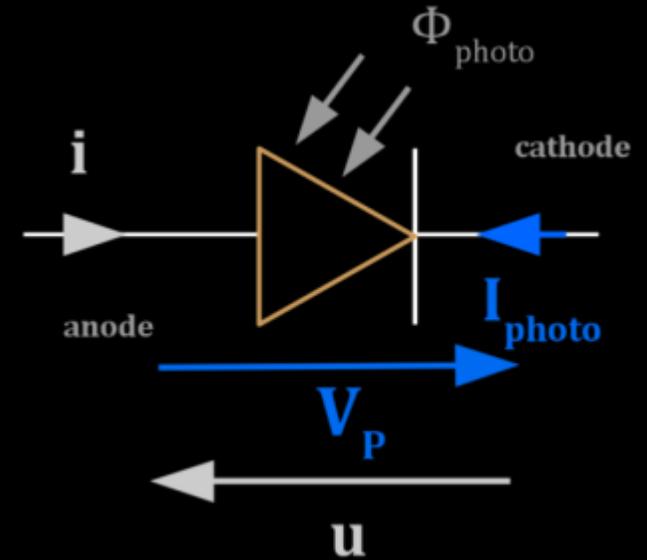
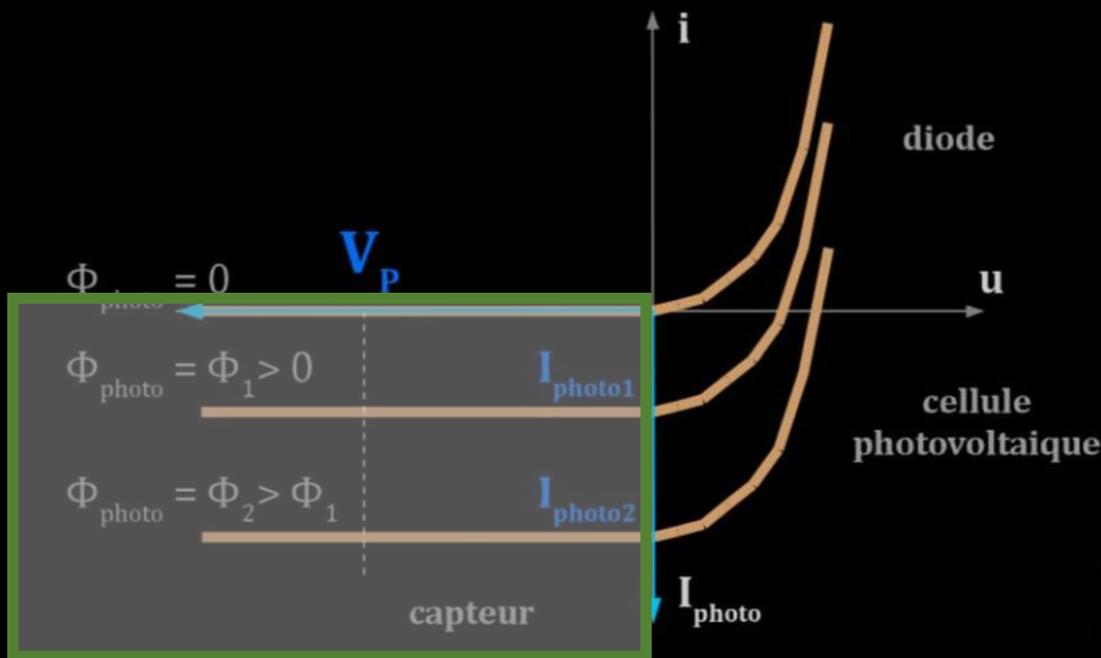
Photodiode



Des photons aux électrons

Photodétection

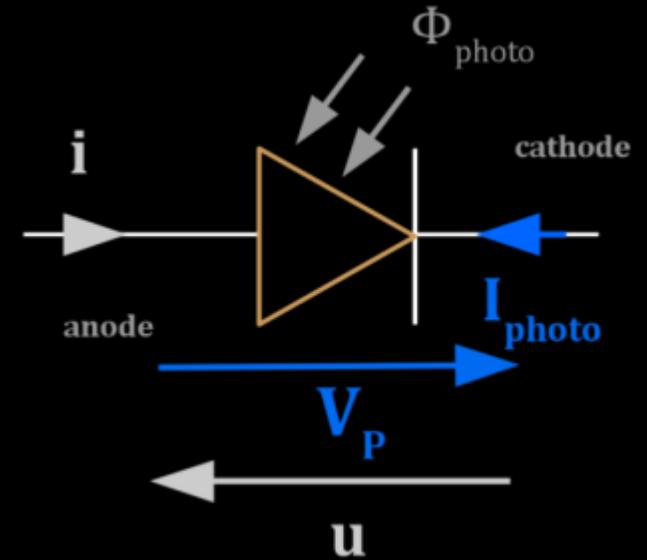
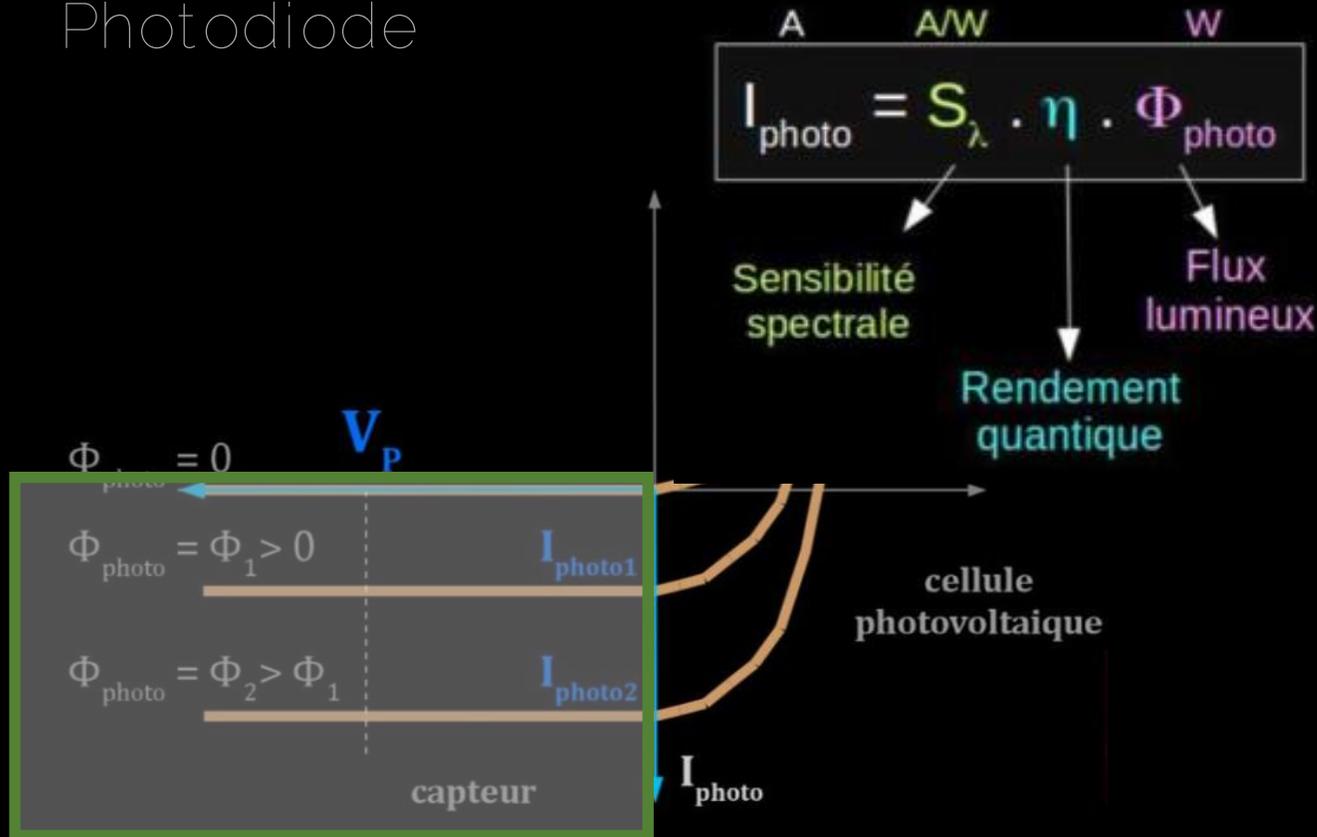
Photodiode



Des photons aux électrons

Photodétection

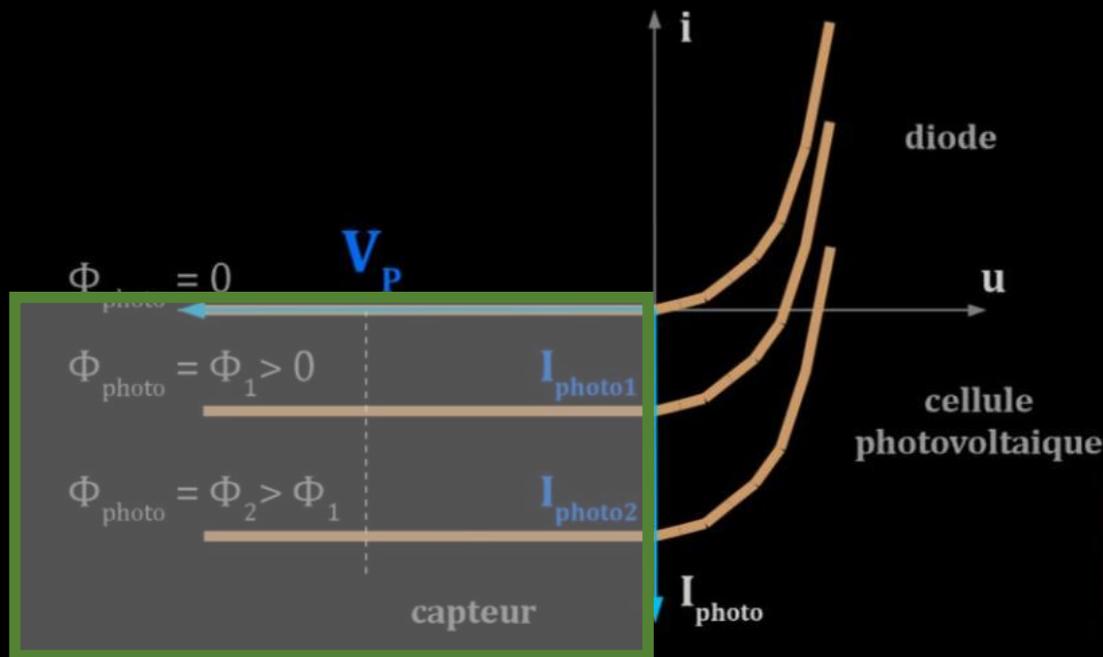
Photodiode



Des photons aux électrons

Photodétection

Système de photodétection



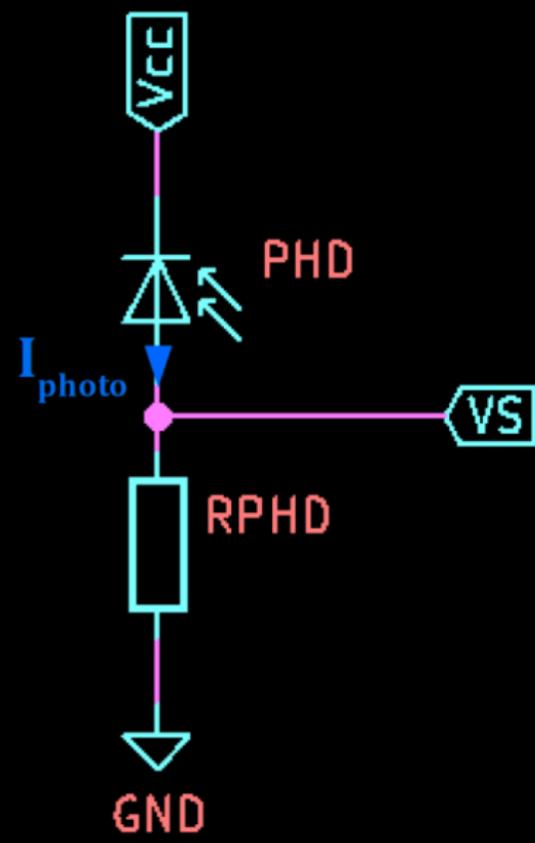
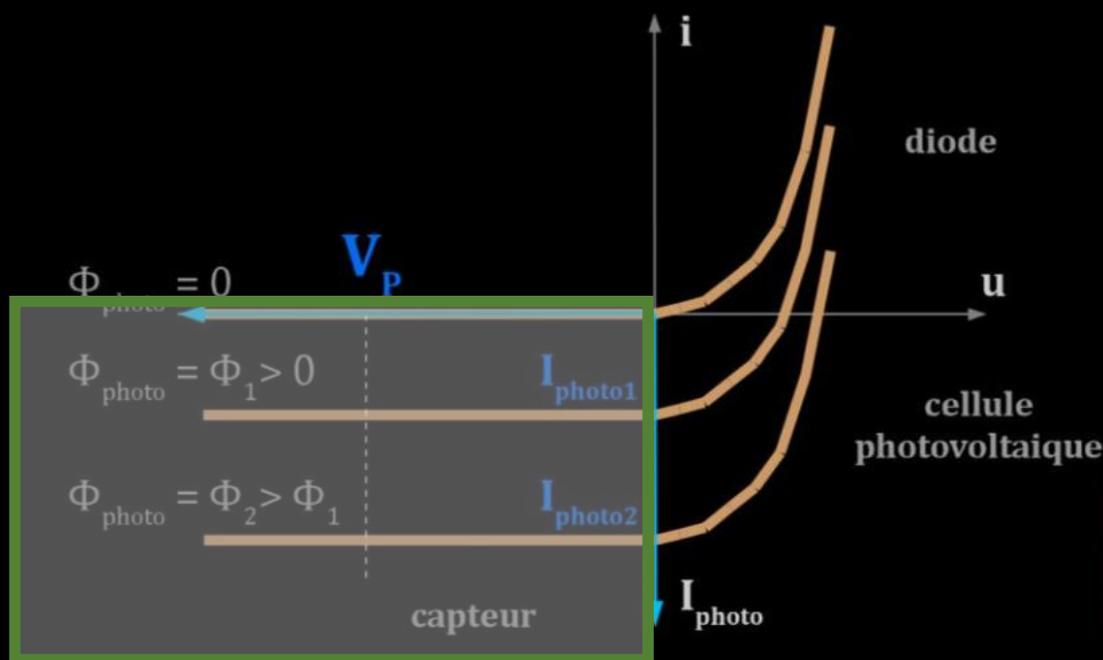
$$i_{photo} = k \cdot \Phi_{photo}$$



Des photons aux électrons

Photodétection

Système de photodétection



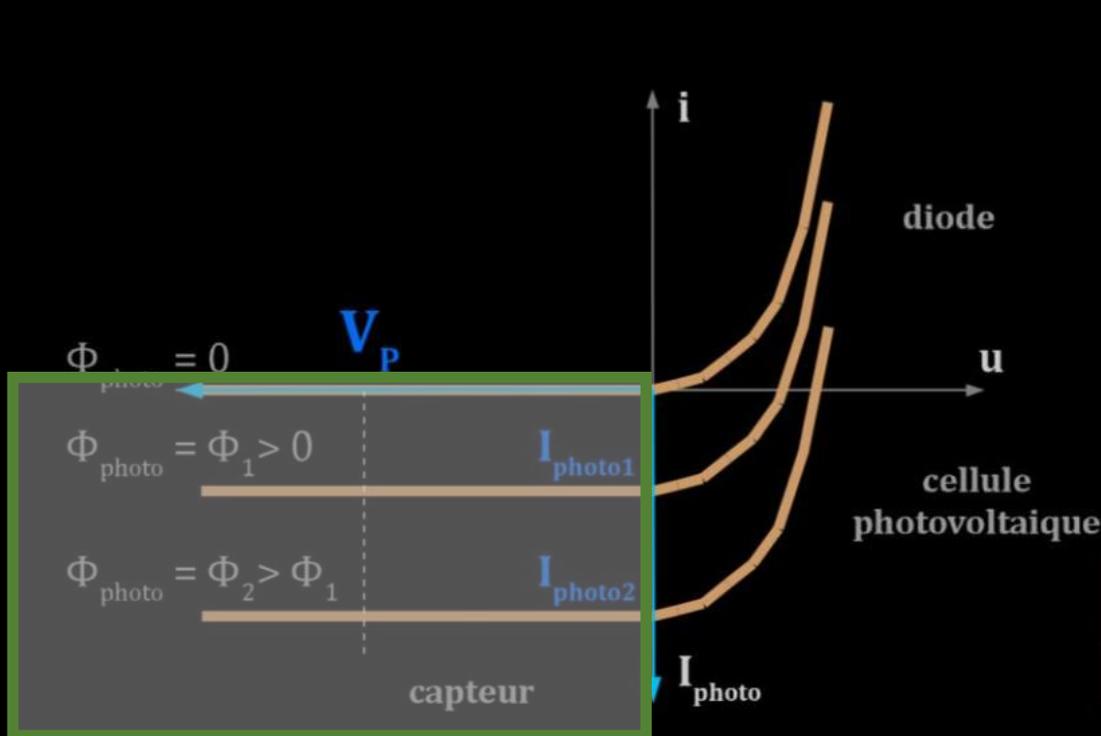
$$i_{photo} = k \cdot \Phi_{photo}$$



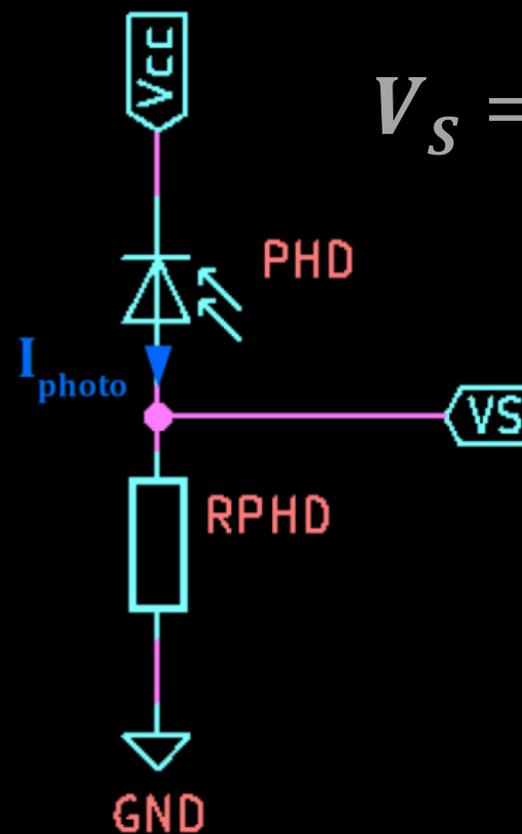
Des photons aux électrons

Photodétection

Système de photodétection



$$i_{photo} = k \cdot \Phi_{photo}$$



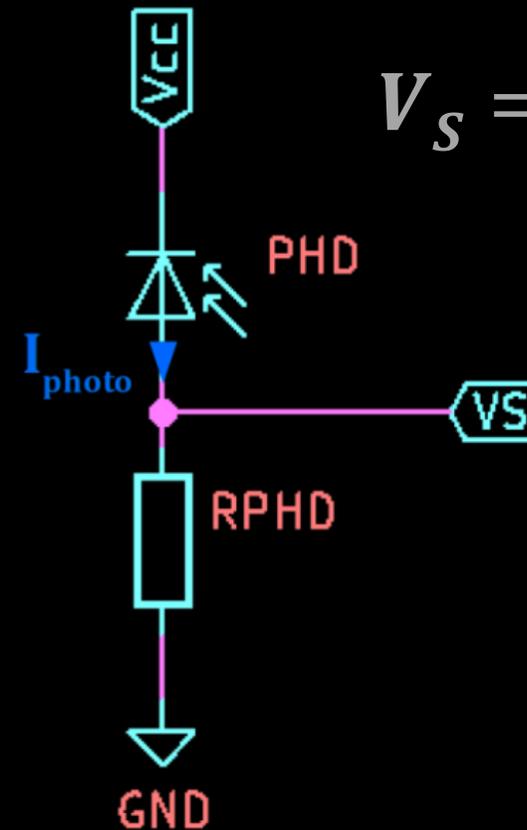
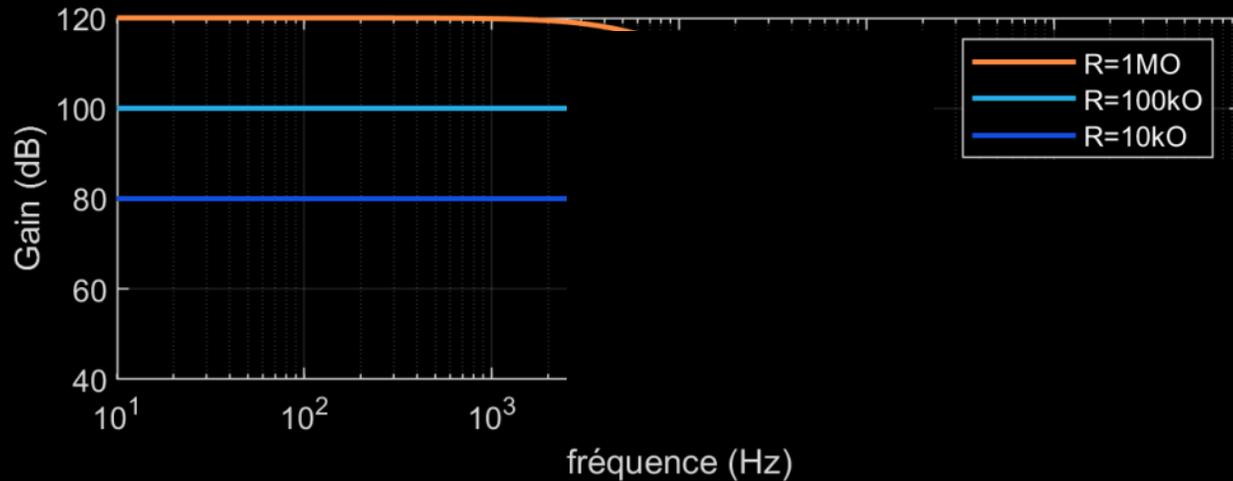
$$V_S = R_{PHD} \cdot I_{photo}$$



Des photons aux électrons

Photodétection

Système de photodétection



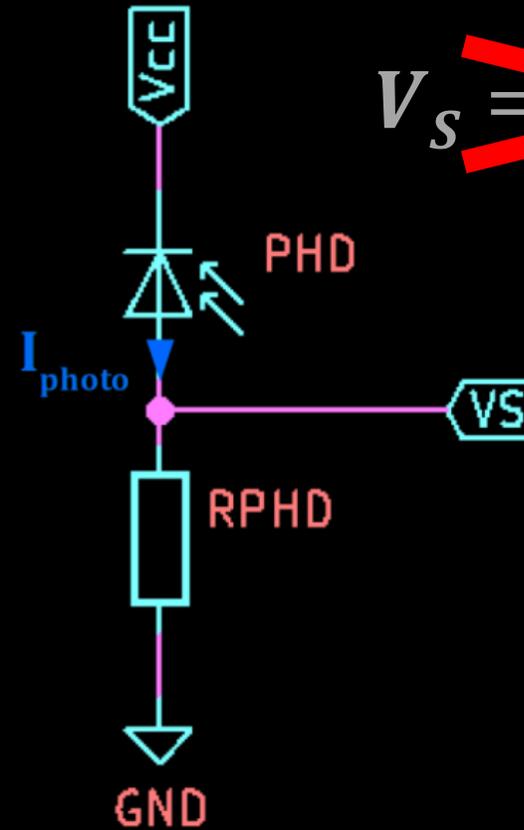
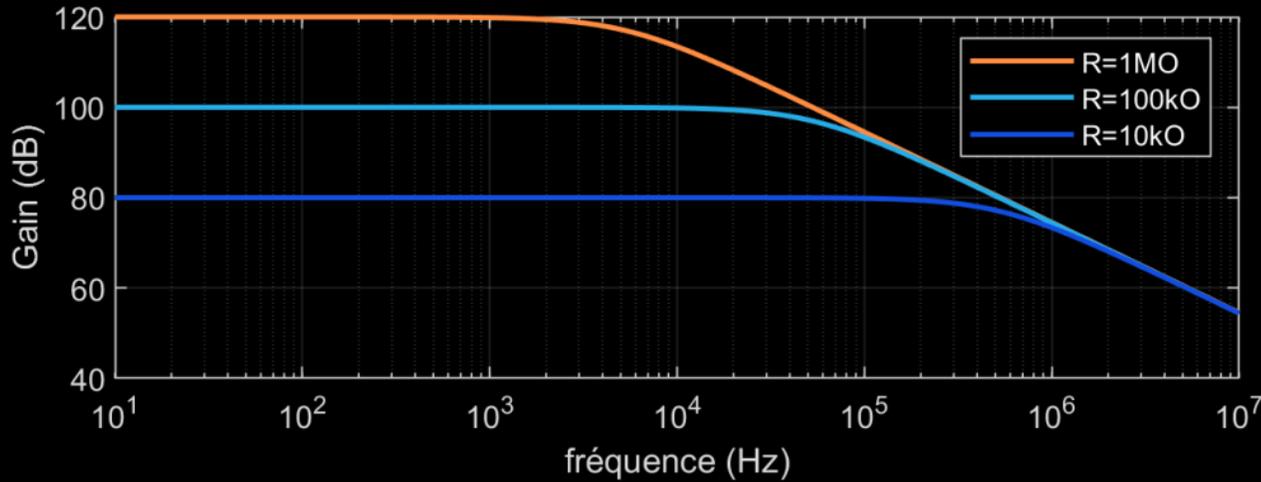
$$V_S = R_{PHD} \cdot I_{photo}$$



Des photons aux électrons

Photodétection

Système de photodétection



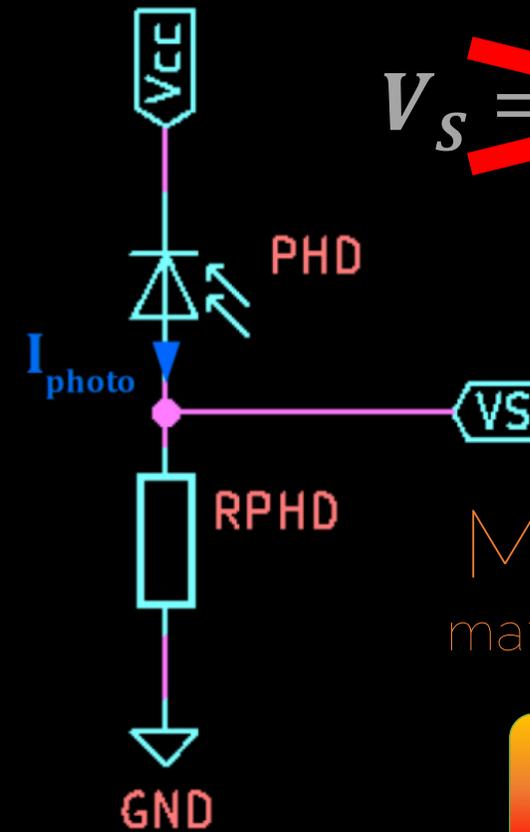
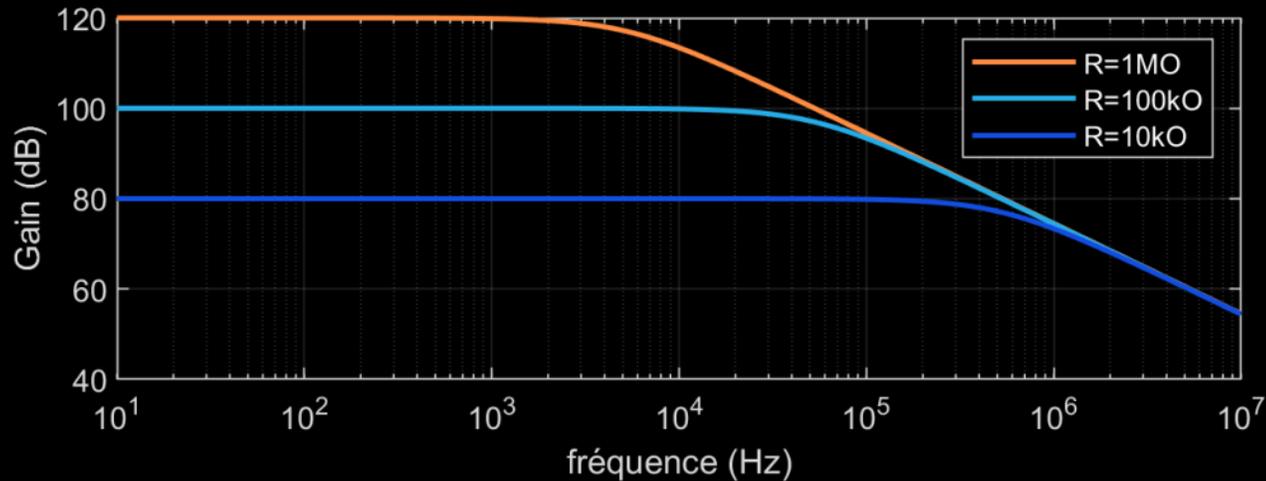
~~$$V_S = R_{PHD} \cdot I_{photo}$$~~



Des photons aux électrons

Photodétection

Système de photodétection



~~$$V_S = R_{PHD} \cdot I_{photo}$$~~

Modèle
mathématique

MAUVAIS

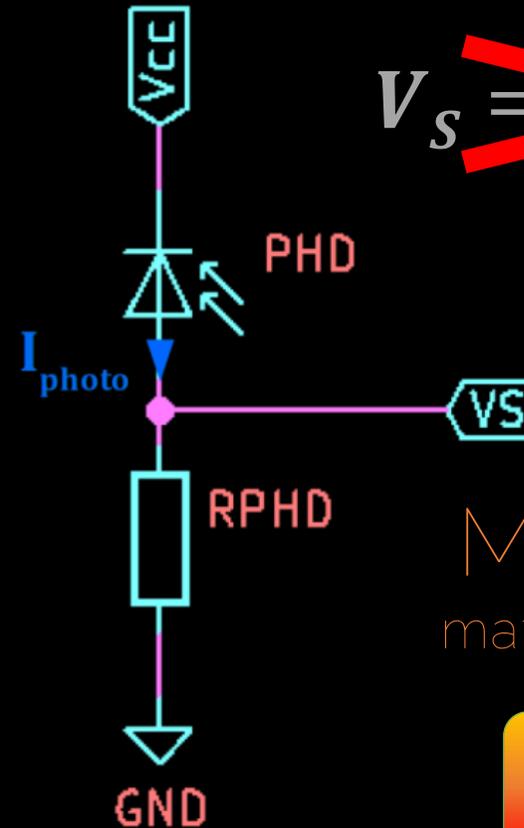
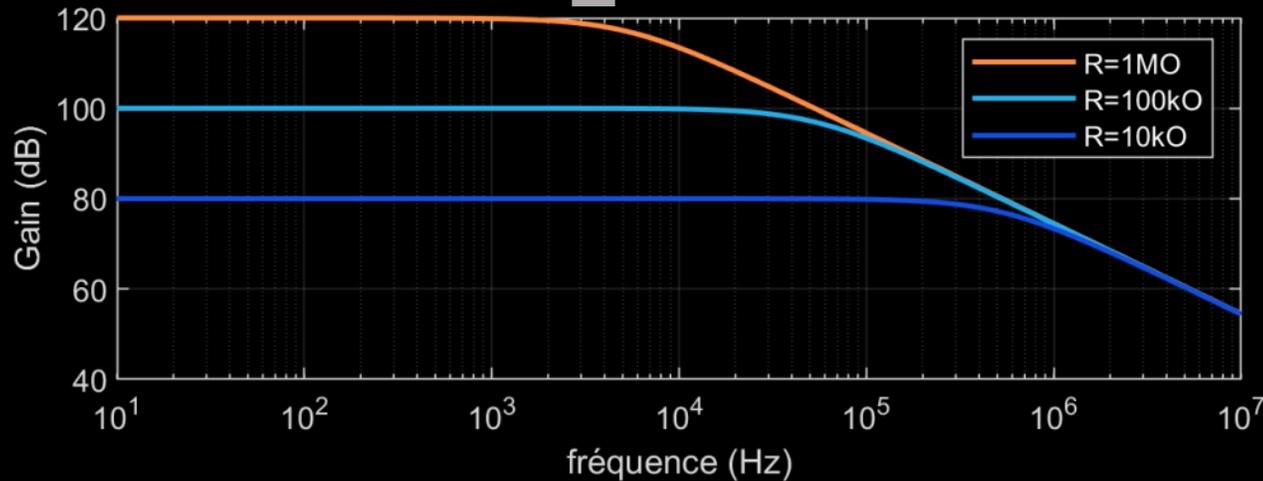


Des photons aux électrons

Photodétection

Système de photodétection

$$H(j\omega) = \frac{A}{1 + j \cdot \frac{\omega}{\omega_0}}$$



~~$$V_S = R_{PHD} \cdot I_{photo}$$~~

Modèle
mathématique

MAUVAIS





Electronique embarquée

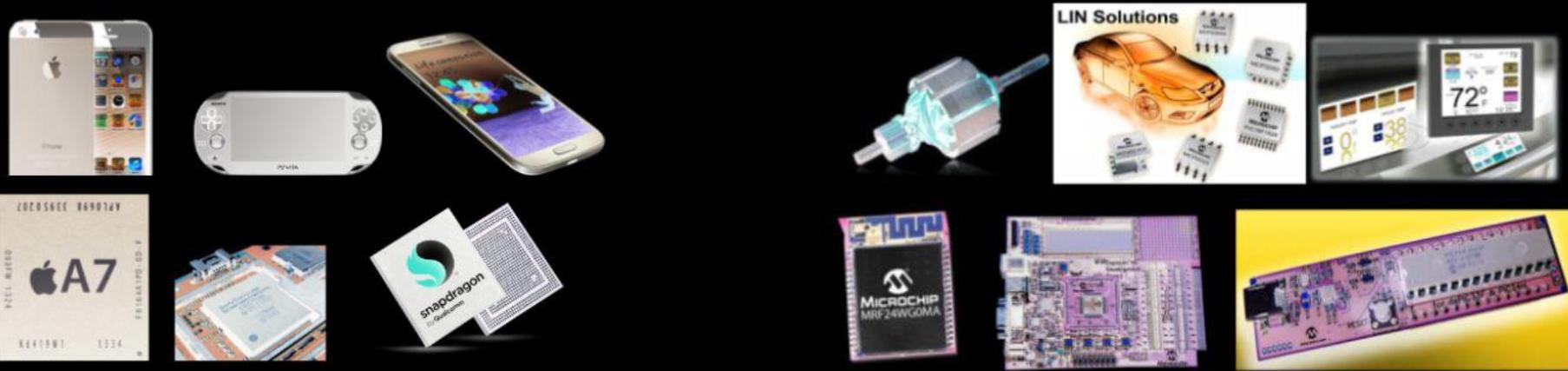
Microcontrôleur, un composant à tout faire

Julien VILLEMEJANE



Electronique embarquée

Microcontrôleur, un composant à tout faire



Electronique embarquée

Microcontrôleur, un composant à tout faire



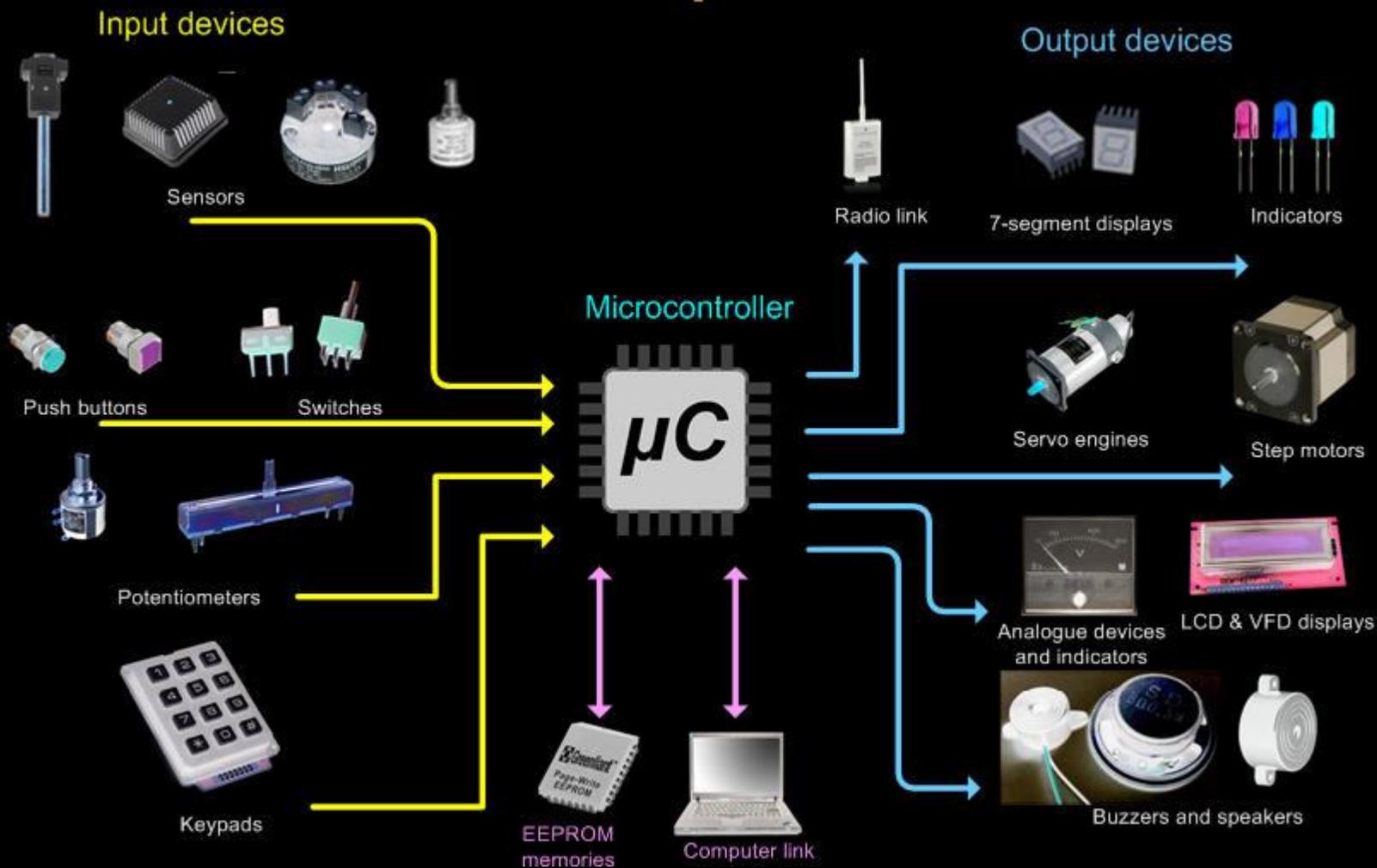
Interaction

Temps réel



Electronique embarquée

Microcontrôleur, un composant à tout faire



Interaction

Temps réel



Système numérique

UNITE DE CALCUL



Système numérique

LOGICIEL

UNITE DE CALCUL

ALIMENTATIONS



Electronique embarquée

Microcontrôleur, un composant à tout faire

Système numérique

UNITE DE CONTROLE

LOGICIEL

UNITE DE CALCUL

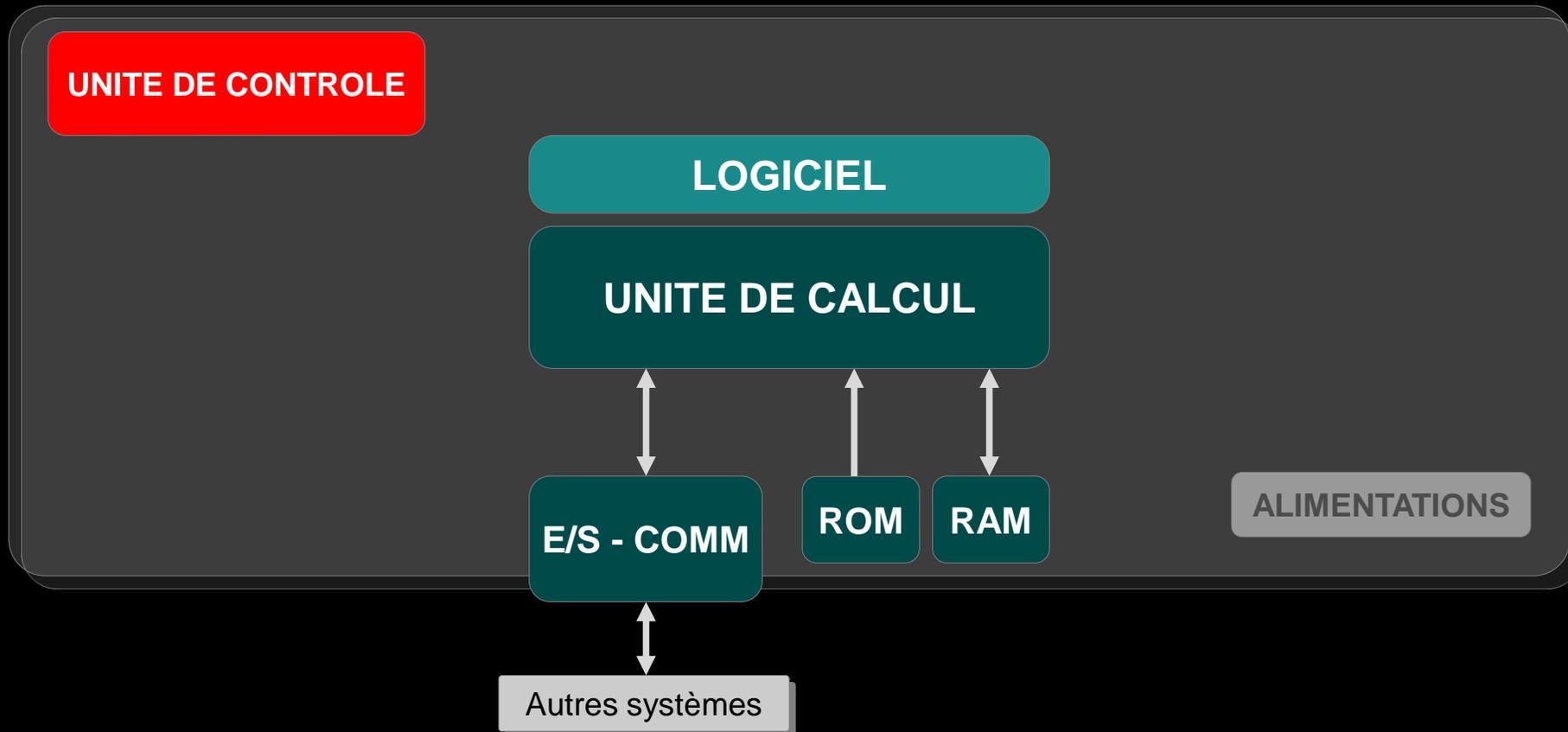
ROM

RAM

ALIMENTATIONS



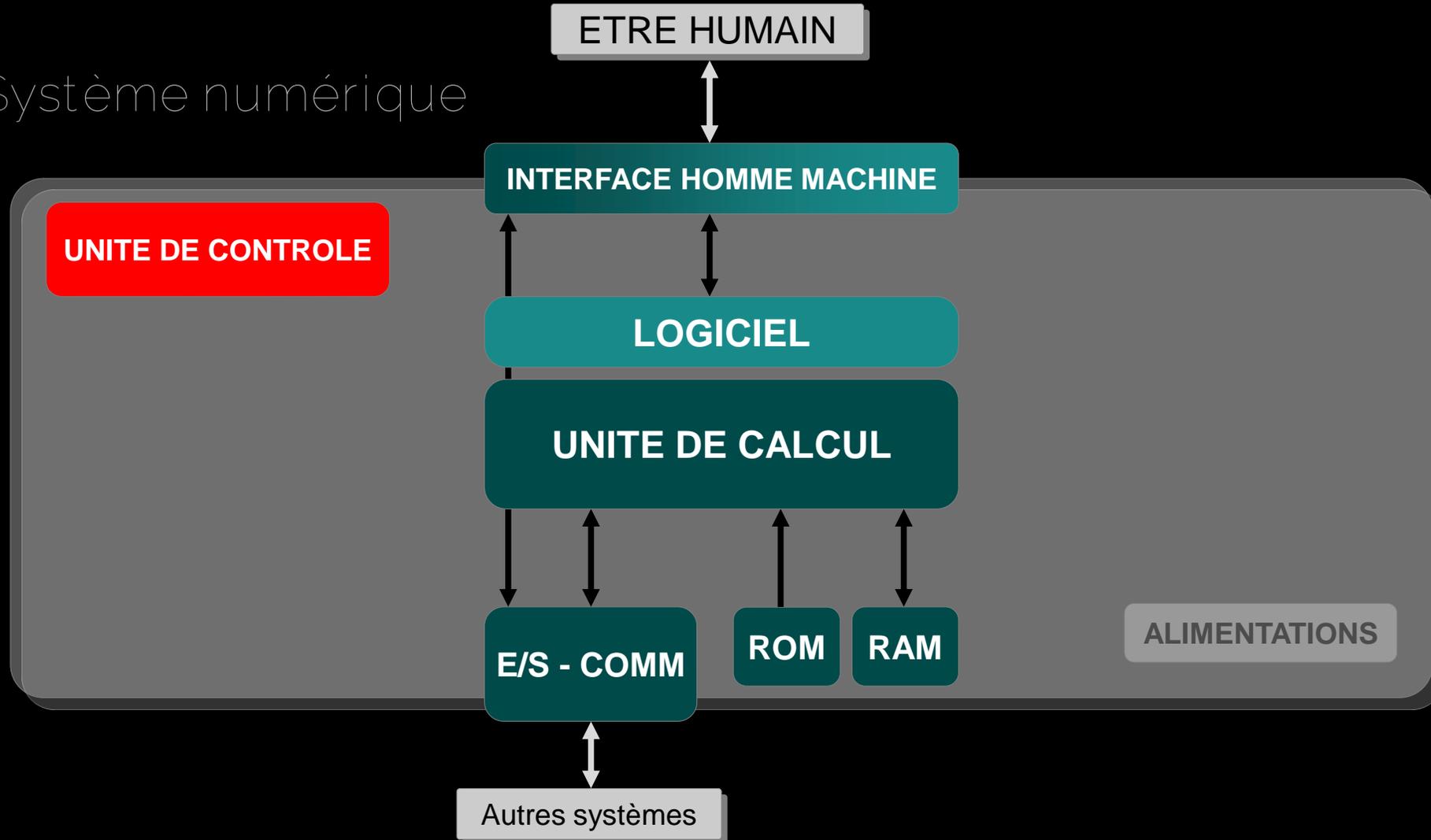
Système numérique



Electronique embarquée

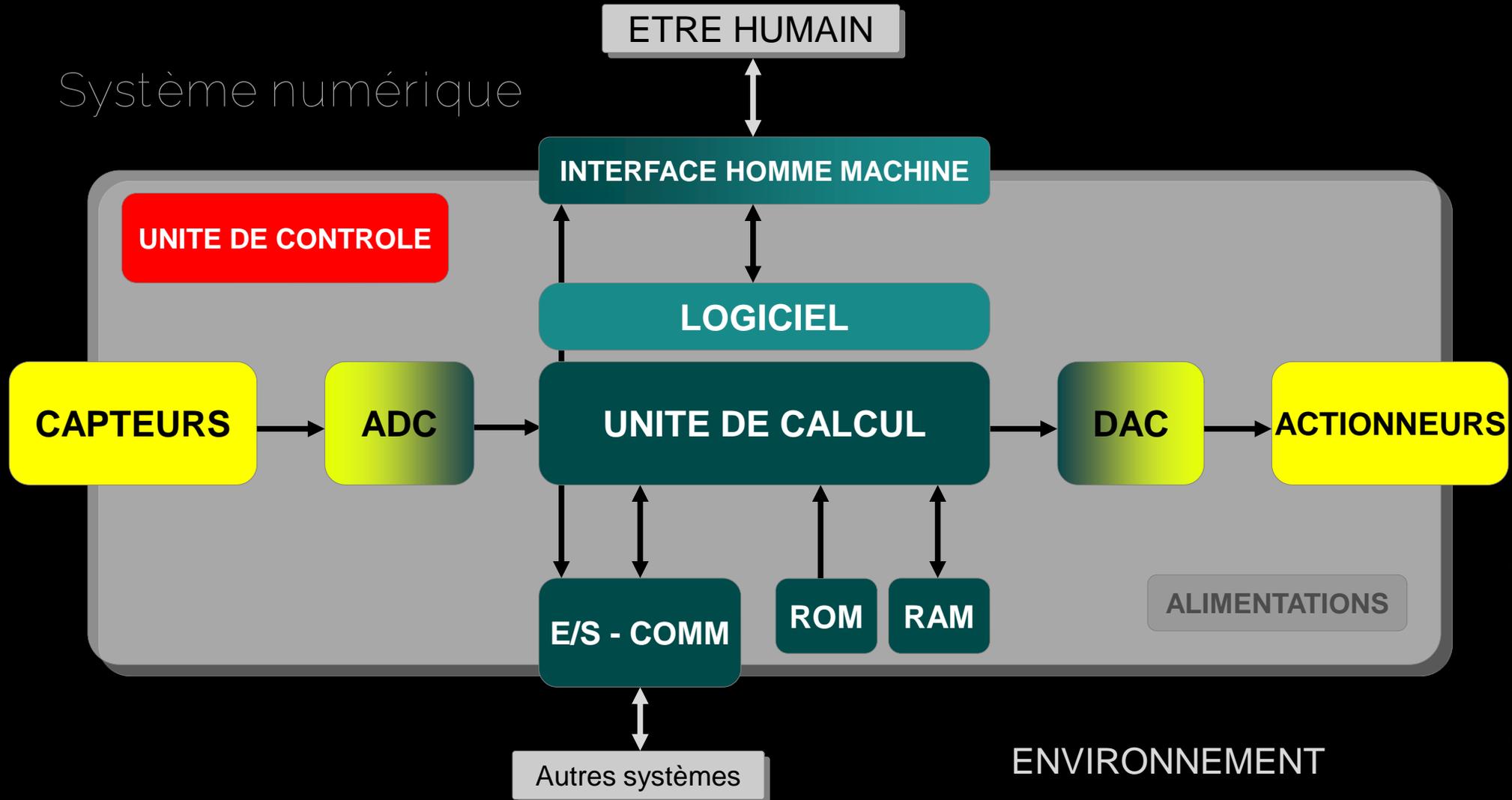
Microcontrôleur, un composant à tout faire

Système numérique



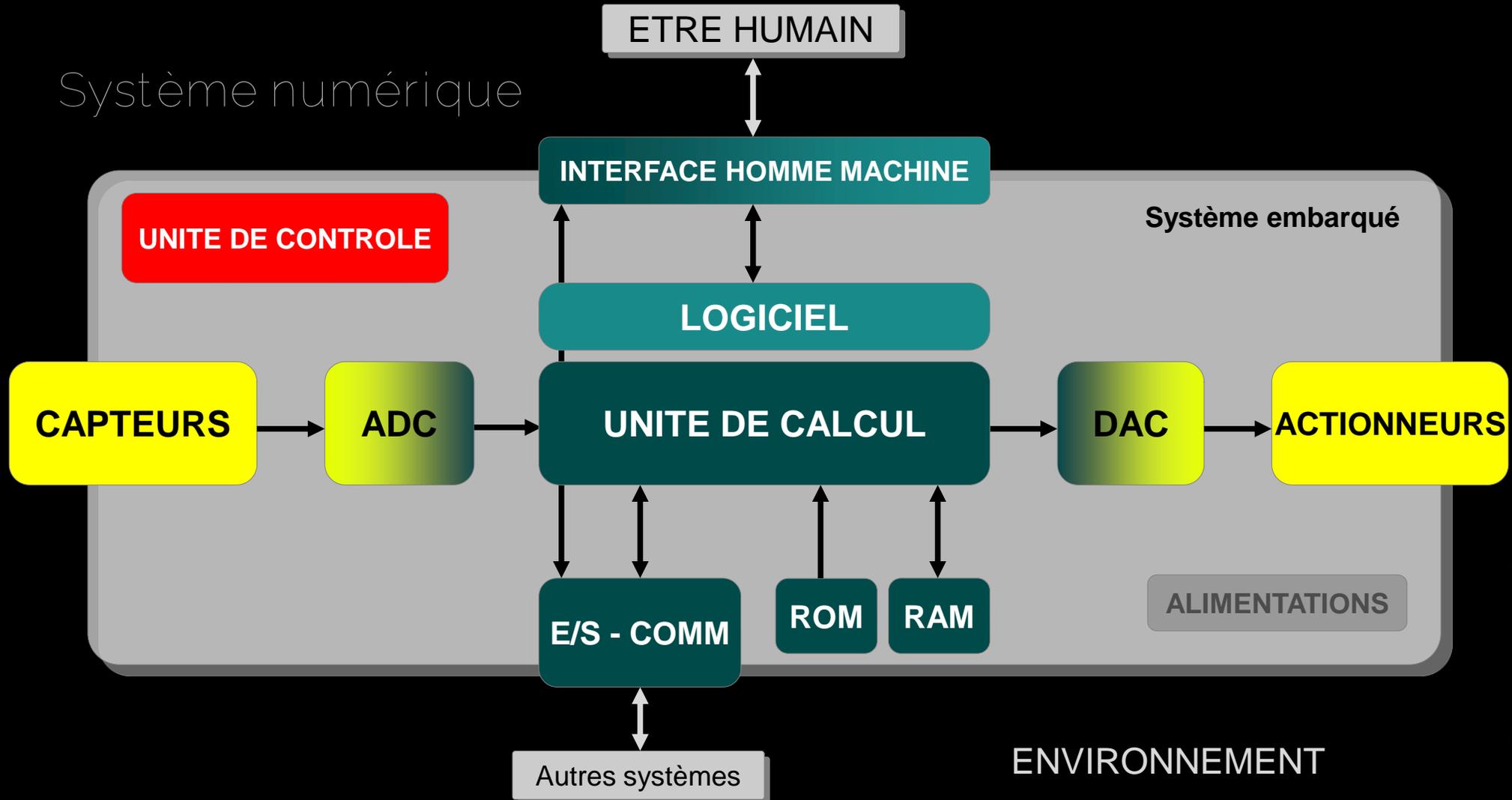
Electronique embarquée

Microcontrôleur, un composant à tout faire



Electronique embarquée

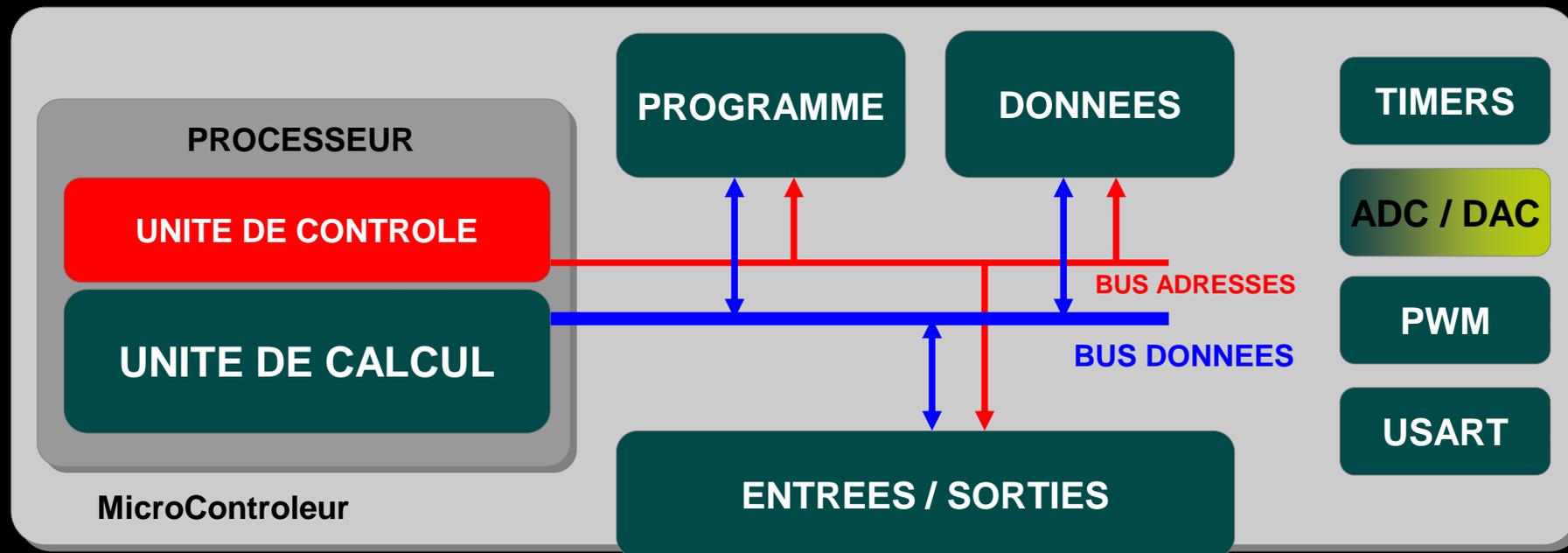
Microcontrôleur, un composant à tout faire



Electronique embarquée

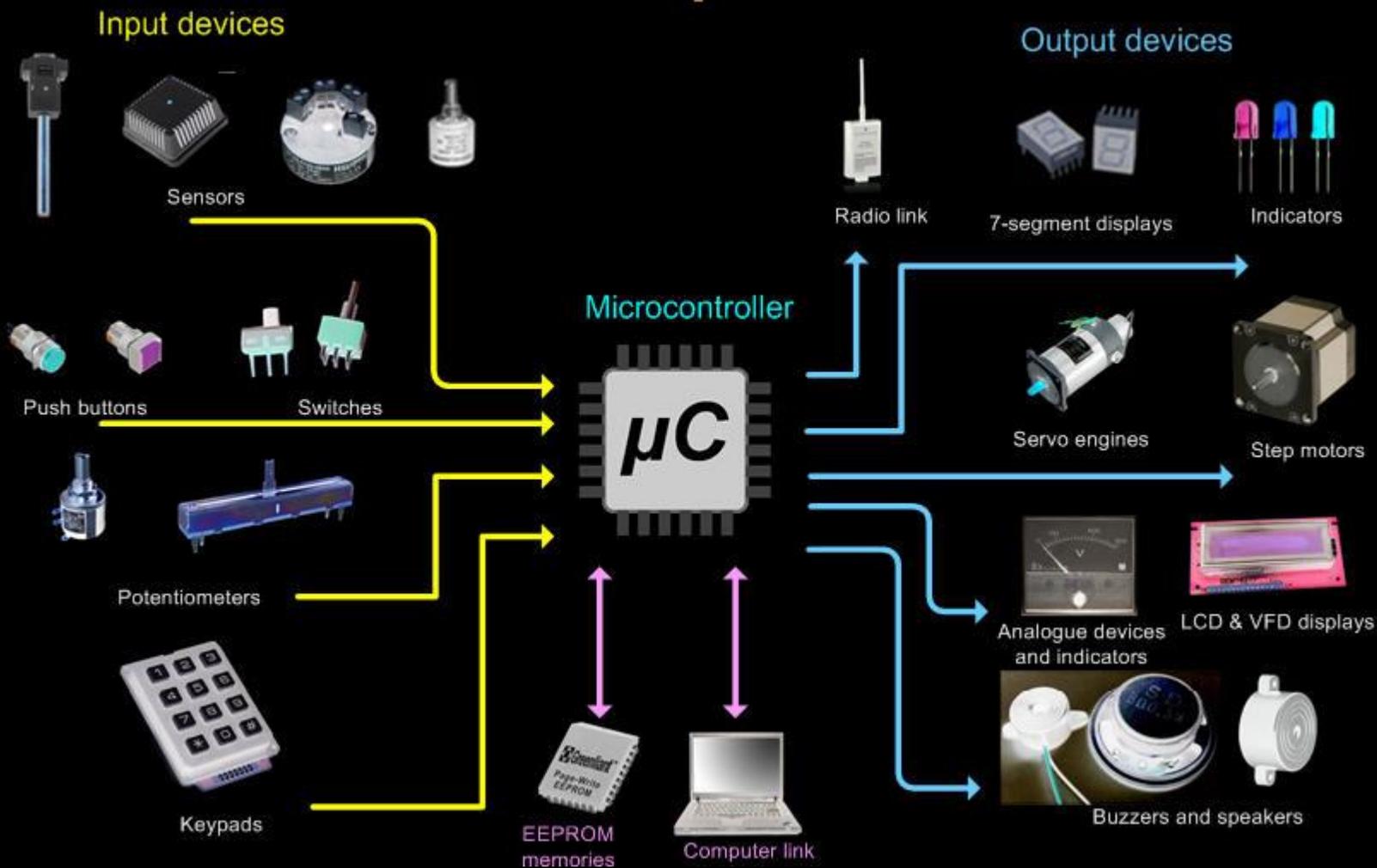
Microcontrôleur, un composant à tout faire

Microcontrôleur



Electronique embarquée

Microcontrôleur, un composant à tout faire



Interaction

Temps réel





Conception Electronique

pour le Traitement de l'Information

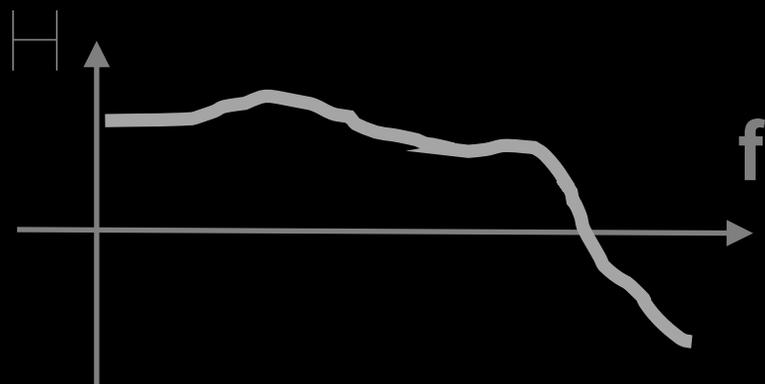
Julien VILLEMEJANE



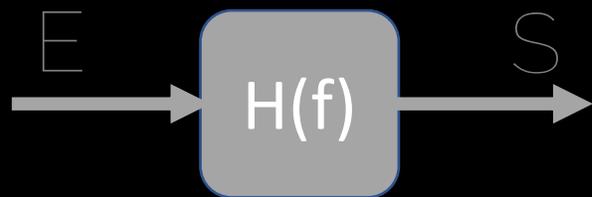
Systèmes



Transfert de l'énergie

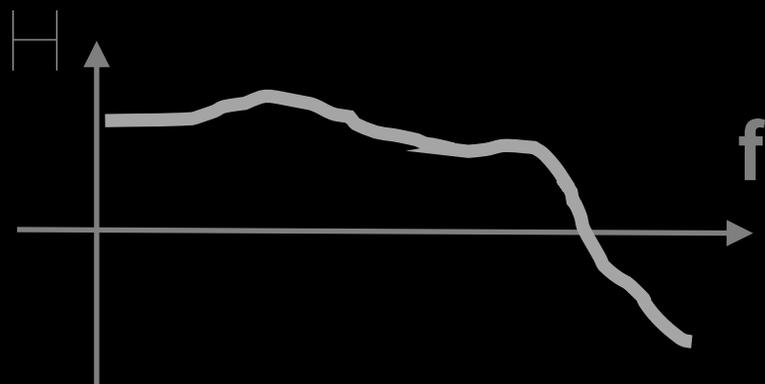


Systèmes



Transfert de l'énergie

REPONSE HARMONIQUE (Diagramme de Bode)

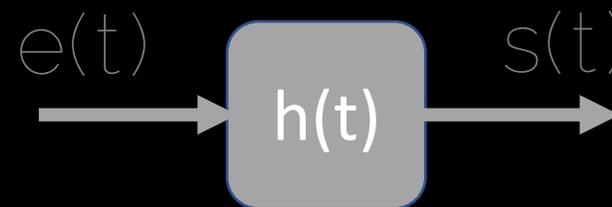
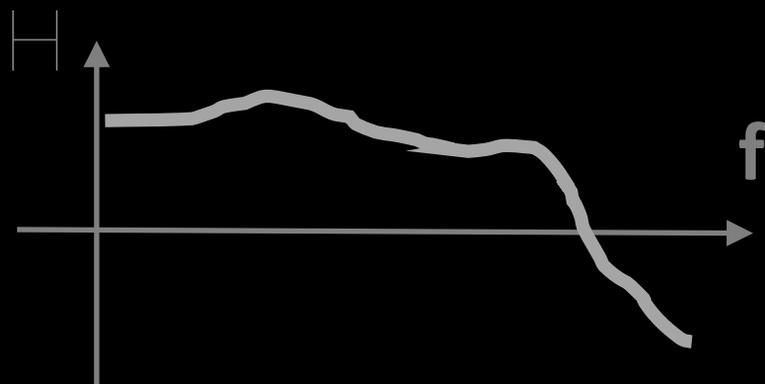


Systèmes



Transfert de l'énergie

REPONSE HARMONIQUE (Diagramme de Bode)

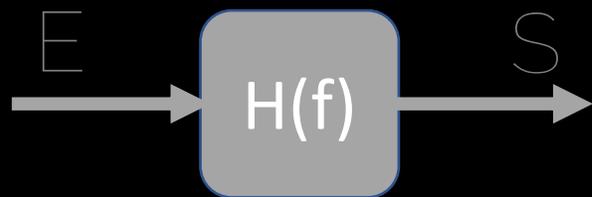


REPONSE IMPULSIONNELLE (dirac)

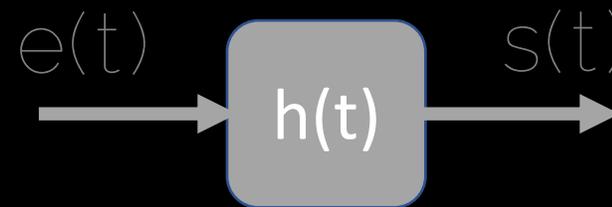
REPONSE INDICIELLE (échelon)



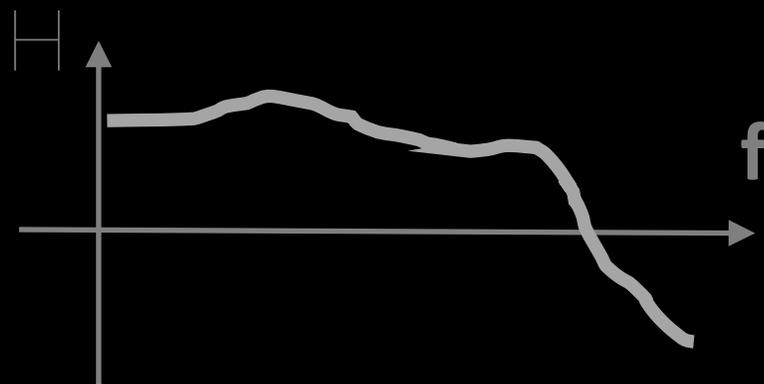
Systèmes



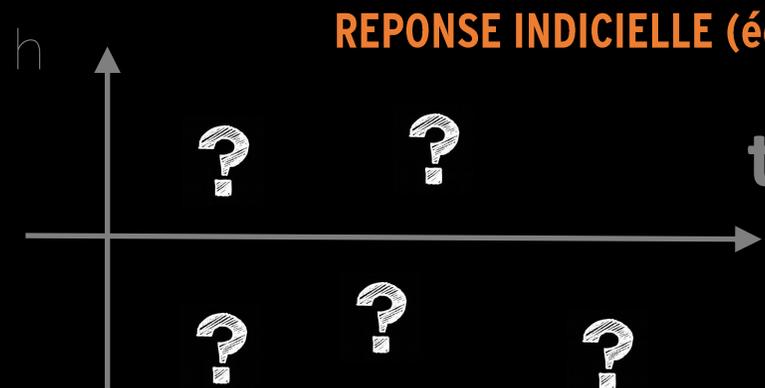
Transfèrent de l'énergie



REPONSE HARMONIQUE (Diagramme de Bode)



REPONSE IMPULSIONNELLE (dirac)



REPONSE INDICIELLE (échelon)



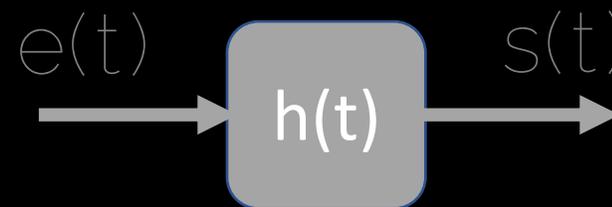
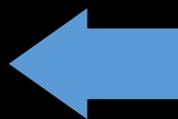
Modèles en électronique

pour l'étude et la validation de fonctions

Systèmes



Transformée de
Fourier / TF



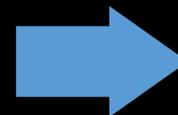
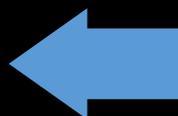
Modèles en électronique

pour l'étude et la validation de fonctions

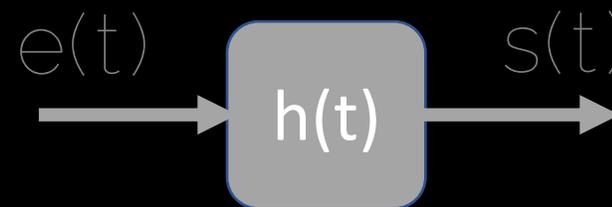
Systèmes



Transformée de
Fourier / TF



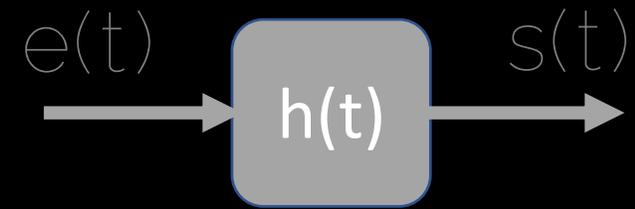
TF⁻¹



Modèles en électronique

pour l'étude et la validation de fonctions

Systèmes



$$s(t) = h(t) * e(t)$$

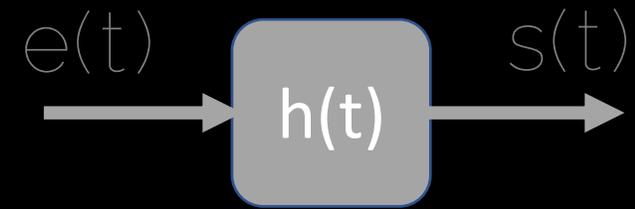
convolution



Modèles en électronique

pour l'étude et la validation de fonctions

Systèmes



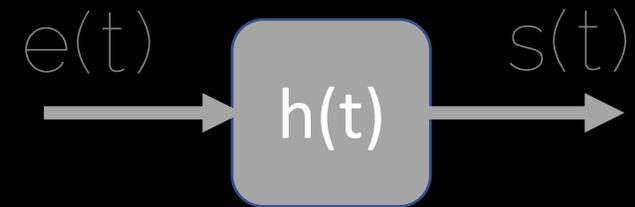
$$s(t) = h(t) * e(t)$$



Modèles en électronique

pour l'étude et la validation de fonctions

Systèmes



$$s(t) = h(t) * e(t)$$

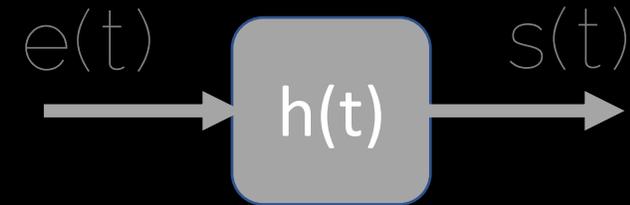
Si $e(t) = \delta(t)$ (dirac)



Modèles en électronique

pour l'étude et la validation de fonctions

Systèmes



$$s(t) = h(t) * e(t)$$

Si $e(t) = \delta(t)$ (dirac)

alors $s(t) = h(t)$

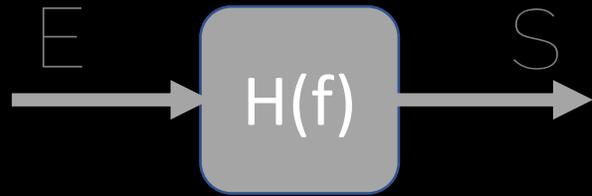
REPONSE IMPULSIONNELLE (dirac)



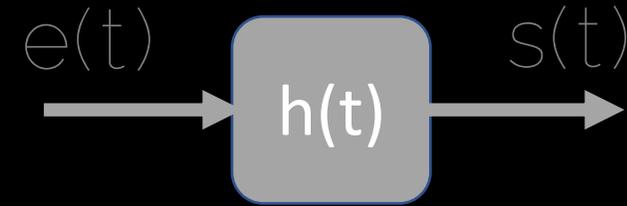
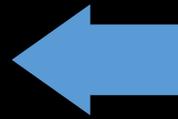
Modèles en électronique

pour l'étude et la validation de fonctions

Systèmes



Transformée de
Fourier / TF



$$s(t) = h(t) * e(t)$$

Si $e(t) = \delta(t)$ (dirac)

alors $s(t) = h(t)$

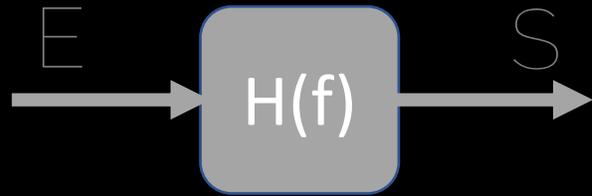
REPONSE IMPULSIONNELLE (dirac)



Modèles en électronique

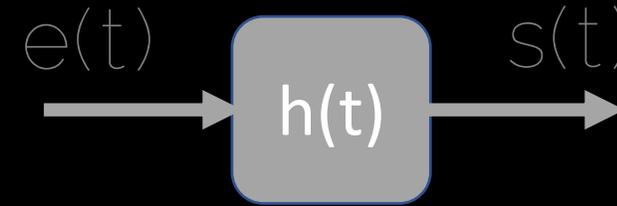
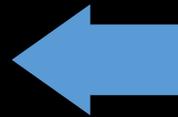
pour l'étude et la validation de fonctions

Systèmes



$$S(f) = H(f) \cdot E(f)$$

Transformée de
Fourier / TF



$$s(t) = h(t) * e(t)$$

Si $e(t) = \delta(t)$ (dirac)

alors $s(t) = h(t)$

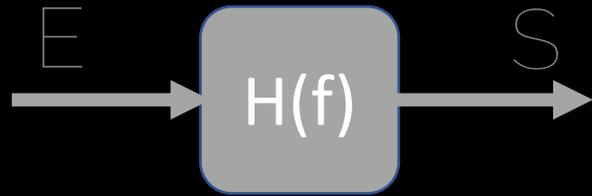
REPONSE IMPULSIONNELLE (dirac)



Modèles en électronique

pour l'étude et la validation de fonctions

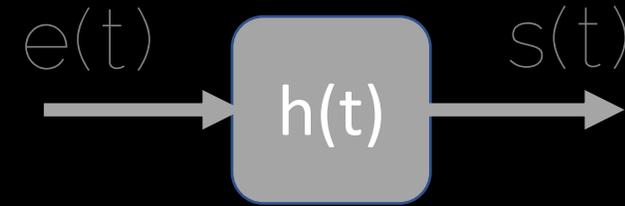
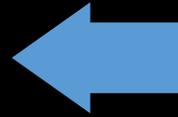
Systèmes



$$S(f) = H(f) \cdot E(f)$$

multiplication

Transformée de
Fourier / TF



$$s(t) = h(t) * e(t)$$

convolution

Si $e(t) = \delta(t)$ (dirac)

alors $s(t) = h(t)$

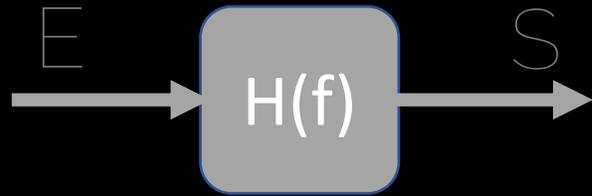
REPONSE IMPULSIONNELLE (dirac)



Modèles en électronique

pour l'étude et la validation de fonctions

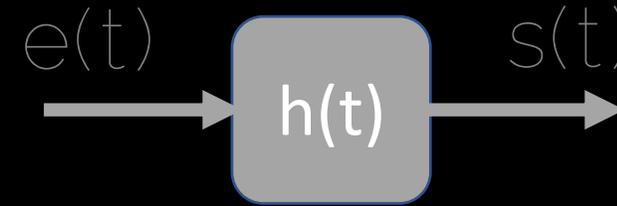
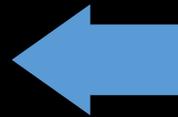
Systèmes



$$S(f) = H(f) \cdot E(f)$$

multiplication

Transformée de
Fourier / TF



$$s(t) = h(t) * e(t)$$

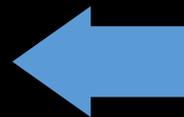
convolution

Si $e(t) = \delta(t)$ (dirac)

alors $s(t) = h(t)$

$H(f)$

TF



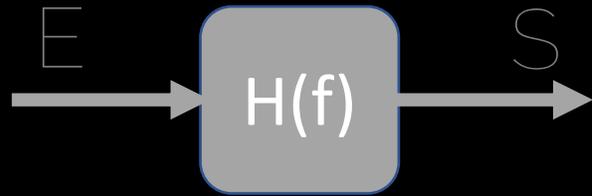
REPONSE IMPULSIONNELLE (dirac)



Modèles en électronique

pour l'étude et la validation de fonctions

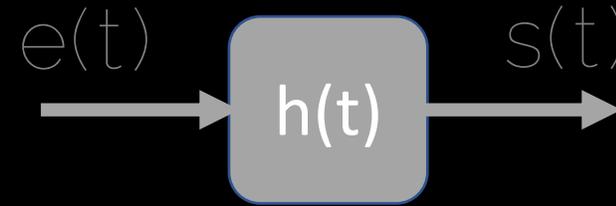
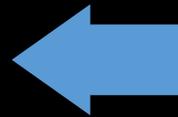
Systèmes



$$S(f) = H(f) \cdot E(f)$$

multiplication

Transformée de
Fourier / TF



$$s(t) = h(t) * e(t)$$

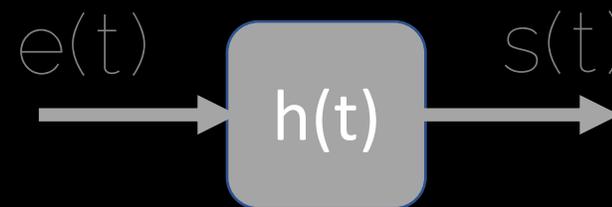
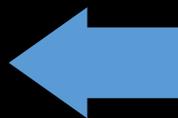
convolution



Systèmes



Transformée de
Fourier / TF



$$S(f) = H(f) \cdot E(f)$$

multiplication

$$s(t) = h(t) * e(t)$$

convolution

Si $E(f) = \mathbf{1}$

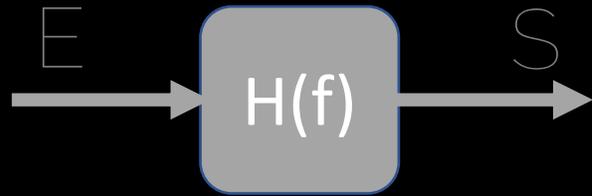
alors $S(f) = \mathbf{H(f)}$



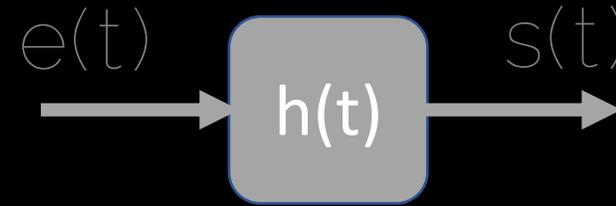
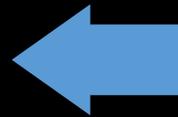
Modèles en électronique

pour l'étude et la validation de fonctions

Systèmes



Transformée de
Fourier / TF



$$S(f) = H(f) \cdot E(f)$$

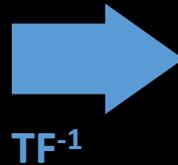
multiplication

$$s(t) = h(t) * e(t)$$

convolution

Si $E(f) = 1$

alors $S(f) = H(f)$



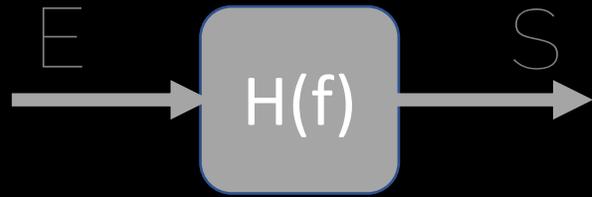
TF⁻¹



Modèles en électronique

pour l'étude et la validation de fonctions

Systèmes

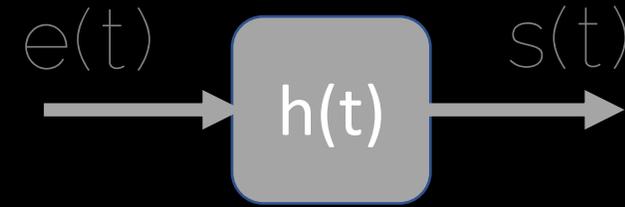
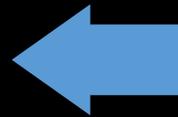


$$S(f) = H(f) \cdot E(f)$$

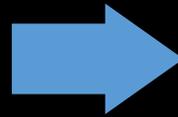
Si $E(f) = 1$

alors $S(f) = \mathbf{H(f)}$

Transformée de
Fourier / TF



$$s(t) = h(t) * e(t)$$



TF⁻¹



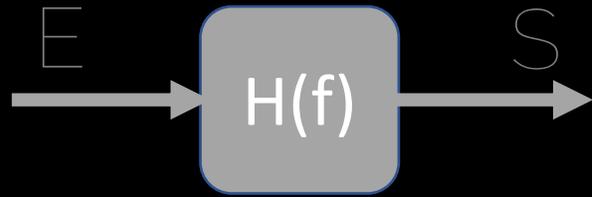
SAIT-ON TRAVAILLER DANS CET ESPACE ?



Modèles en électronique

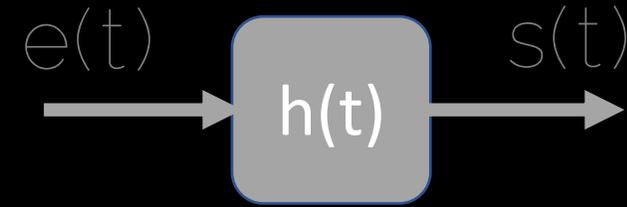
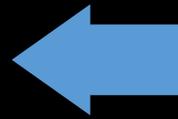
pour l'étude et la validation de fonctions

Systèmes



$$S(f) = H(f) \cdot E(f)$$

Transformée de
Fourier / TF



$$s(t) = h(t) * e(t)$$

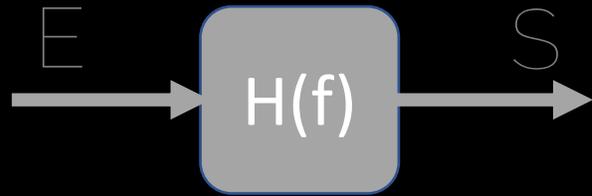
$$\text{Si } e(t) = \sin(2 \pi f_0 t)$$



Modèles en électronique

pour l'étude et la validation de fonctions

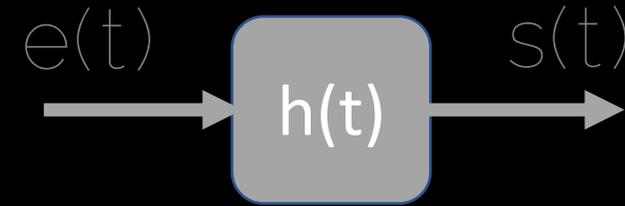
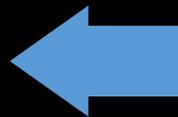
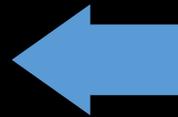
Systèmes



$$S(f) = H(f) \cdot E(f)$$

z.i. $E(f) = \delta(f-f_0) - \delta(f+f_0)$

Transformée de
Fourier / TF



$$s(t) = h(t) * e(t)$$

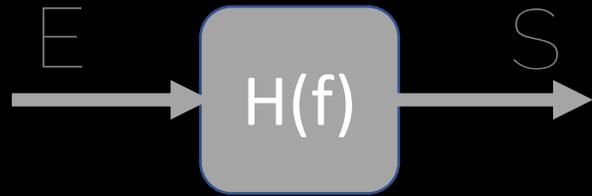
Si $e(t) = \sin(2 \pi f_0 t)$



Modèles en électronique

pour l'étude et la validation de fonctions

Systèmes

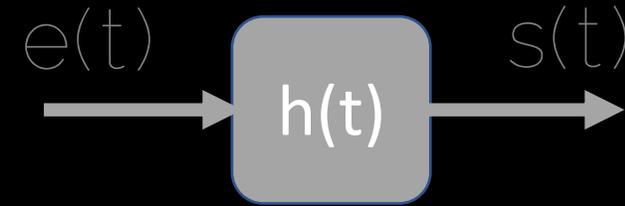
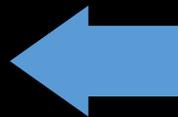
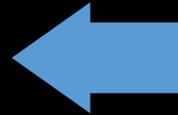


$$S(f) = H(f) \cdot E(f)$$

z.i. $E(f) = \delta(f-f_0) - \delta(f+f_0)$

$$E(f) \approx \delta(f+f_0)$$

Transformée de
Fourier / TF



$$s(t) = h(t) * e(t)$$

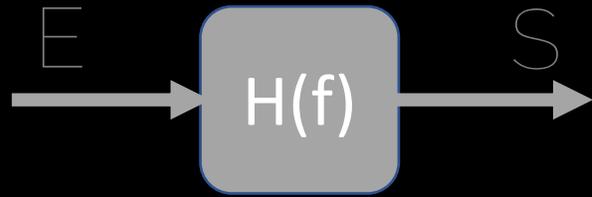
Si $e(t) = \sin(2 \pi f_0 t)$



Modèles en électronique

pour l'étude et la validation de fonctions

Systèmes



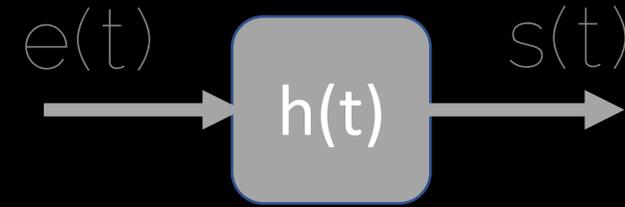
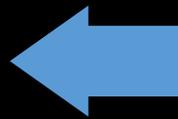
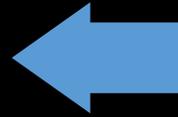
$$S(f) = H(f) \cdot E(f)$$

z.i. $E(f) = \delta(f-f_0) - \delta(f+f_0)$

$$E(f) \approx \delta(f+f_0)$$

alors $S(f) = H(f_0)$

Transformée de
Fourier / TF



$$s(t) = h(t) * e(t)$$

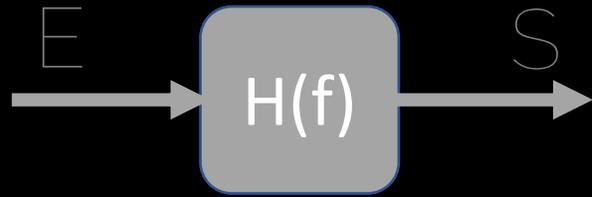
Si $e(t) = \sin(2 \pi f_0 t)$



Modèles en électronique

pour l'étude et la validation de fonctions

Systèmes



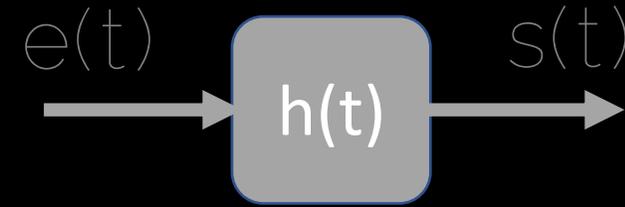
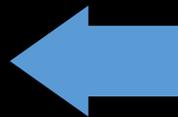
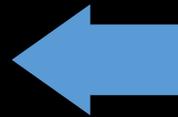
$$S(f) = H(f) \cdot E(f)$$

z.i. $E(f) = \delta(f-f_0) - \delta(f+f_0)$

$$E(f) \approx \delta(f+f_0)$$

alors $S(f) = H(f_0)$

Transformée de
Fourier / TF



$$s(t) = h(t) * e(t)$$

Si $e(t) = \sin(2 \pi f_0 t)$



REPONSE HARMONIQUE (Diagramme de Bode)

