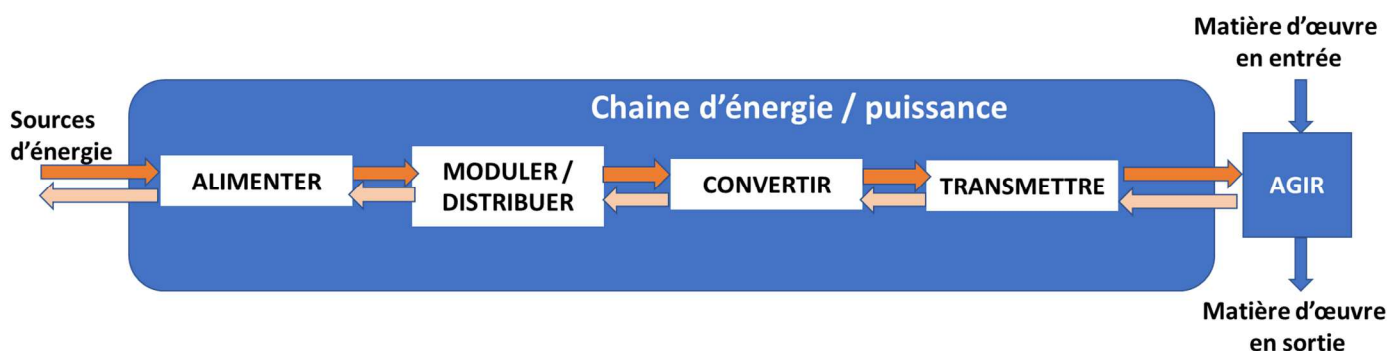


Chaîne d'énergie pneumatique ou hydraulique



Contenu

1	ENERGIE	2
1.1	LE DEBIT	2
1.2	LA PRESSION	2
1.3	ORDRES DE GRANDEUR	2
1.4	CHOIX ENTRE ENERGIE PNEUMATIQUE OU HYDRAULIQUE	2
2	ALIMENTER	3
2.1	ALIMENTATION EN ENERGIE PNEUMATIQUE	3
2.2	ALIMENTATION EN ENERGIE HYDRAULIQUE	4
2.3	COMPOSANTS ANNEXES D'ALIMENTATION	4
2.3.1	<i>Les clapets anti-retour</i>	<i>4</i>
2.3.2	<i>Les étrangleurs</i>	<i>4</i>
2.3.3	<i>Les réducteurs de débit unidirectionnel (RDU)</i>	<i>4</i>
3	MODULER (OU DISTRIBUER)	5
3.1	FONCTION	5
3.2	PRINCIPE DE LA SYMBOLISATION	5
3.3	DISTRIBUTEUR MONOSTABLE	5
3.4	DISTRIBUTEUR BISTABLE	6
3.5	DISTRIBUTEURS PROPORTIONNELS	6
3.6	BLOQUEUR	6
3.7	PILOTAGE	6
4	CONVERTIR	7
4.1	LES VERINS	7
4.2	LES MOTEURS PNEUMATIQUES OU HYDRAULIQUES	8
4.3	LES VENTOUSES	8

1 ENERGIE

L'énergie pneumatique ou hydraulique est caractérisée par 2 grandeurs : le Débit et la Pression

1.1 Le débit

Noté Q, il caractérise la quantité de fluide qui se déplace.
Le débit est une "**grandeur de flux**".

Unité SI : **m³/s**
Unité usuelle : litre par minute (L/min)
(1 L/min \equiv 1,7.10⁻⁵ m³/s)

1.2 La pression

Notée p, elle caractérise la capacité du fluide à se déplacer. La pression représente l'effort du fluide (exprimé en N) par unité de surface (exprimée en m²) : 1Pa=1N/m². Cette unité très petite est souvent remplacée par le MPa.

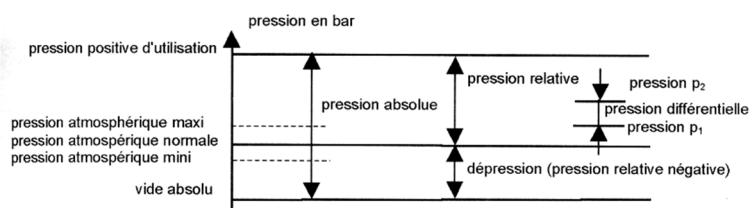
Unité SI : **le Pascal (Pa)**
Unité usuelle : bar
(1bar \equiv 0,1 MPa \equiv 10⁵ Pa)

La pression est une "**grandeur de potentiel**", elle se mesure par rapport à une référence.

La **pression relative (voire manométrique)** a comme référence la pression atmosphérique. C'est la pression couramment utilisée pour les systèmes industriels.

La **pression absolue** a comme référence le vide absolu

$$(sans\ matière): p_{absolue} = p_{relative} + p_{atmosphérique}$$



La pression absolue est utilisée lorsque interviennent des dépressions ou un environnement dépressurisé (météorologie, générateur de vide).

Pression atmosphérique normale de référence (ANR) : pression atmosphérique de 1013 mbar, à 20°C et 65 % d'humidité relative.

1.3 Ordres de grandeur

La chaîne d'information utilise généralement de l'énergie électrique. Dans certains cas typiques (atmosphère explosive par exemple), la chaîne d'information peut utiliser une énergie de même nature que la chaîne d'énergie. L'unité centrale est alors constituée d'une logique câblée pneumatique ou hydraulique. La différence essentielle entre les deux chaînes (information et énergie) est le niveau des pressions relatives mises en jeu (voir le tableau suivant).

	pneumatique	hydraulique
Chaîne d'énergie	6 bars	250 bars
Chaîne d'information	3 bars	10 bars
rendement	0,3 à 0,7	0,7 à 0,9

1.4 Choix entre énergie pneumatique ou hydraulique

	pneumatique	hydraulique
Avantage	- maintenance facile - commande simple - démarrage en charge - réglage simple - vitesse importante	- rapport poids/puissance - charge importante - précision position - démarrage en charge - réglage simple
Inconvénient	- position imprécise (air compressible) - efforts limités	- maintenance délicate - cher - dangereux (pression élevée) - vitesses lentes
Exemple	- automatisme industriel - outillage grande vitesse	- véhicule avec charge lourde - machine outil

2 ALIMENTER

2.1 Alimentation en énergie pneumatique

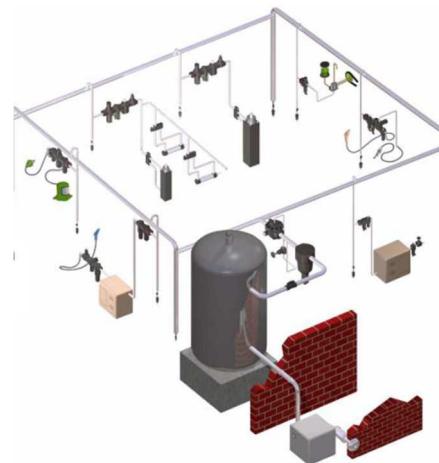
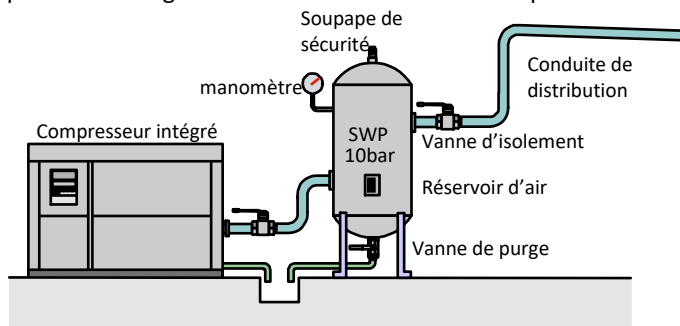
2.1.1 Source d'énergie pneumatique

La production d'air comprimée est centralisée.

Le composant permettant d'obtenir de l'air comprimé s'appelle un compresseur.

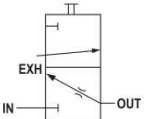

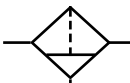
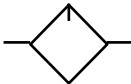
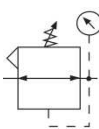
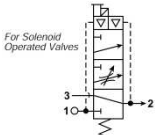

Il est constitué d'un moteur et d'une pompe.

Un ballon muni d'une soupape de sécurité et d'une vanne de purge permet de pallier aux irrégularités de la demande d'air comprimé.



2.1.2 Ensemble de conditionnement d'air : Unité FRL

Lors du passage de l'air du compresseur à son lieu d'utilisation l'air s'enrichit en poussière et en rouille des tuyaux des canalisations. Il est donc nécessaire de le filtrer pour retirer ces éléments nuisibles au bon fonctionnement des composants, de le lubrifier pour faciliter le déplacement des organes mobiles des composants pneumatiques et d'en contrôler la pression.

<p>Sectionneur Vanne de type 3/2, qui peut être manœuvrée manuellement ou électriquement.</p> 	
<p>Unité FRL est constituée</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'un Filtre, - d'un Régulateur, - d'un Lubrificateur, <p>et éventuellement d'un démarreur progressif.</p>	
<p>Filtre sert à assécher l'air et filtrer les poussières.</p> 	<p>Lubrificateur sert à éviter la corrosion et à améliorer le glissement</p> 
<p>Régulateur sert à régler et réguler la pression de l'air.</p> 	<p>Démarreur progressif assure une montée progressive de la pression dans l'installation en agissant sur la vitesse de remplissage du circuit. Il protège les personnes d'une brusque remise en service des actionneurs.</p> 
<p>Les silencieux Les silencieux sont chargés d'atténuer les bruits d'échappement de l'air comprimé. Ils sont constitués de filtre de mousse.</p> 	

2.2 Alimentation en énergie hydraulique

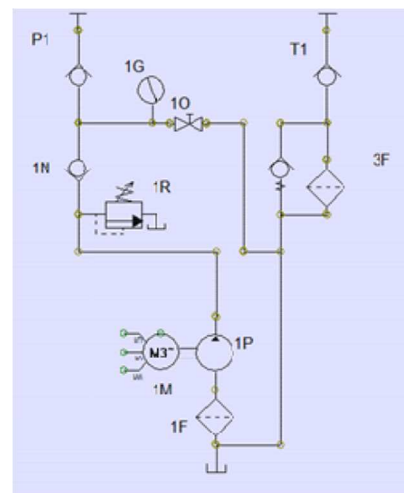
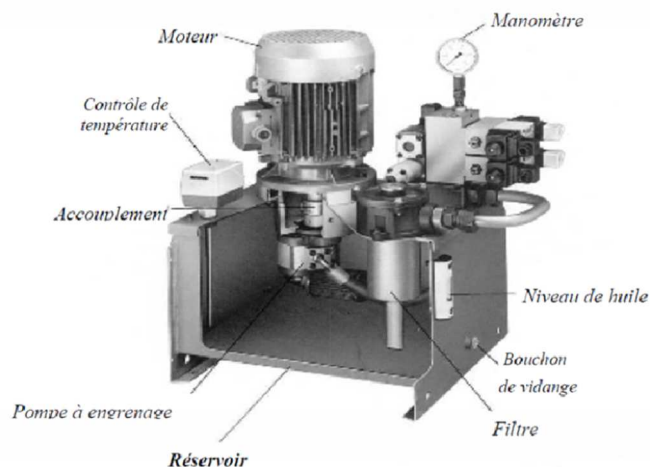
L'alimentation en huile sous pression fonctionne en boucle fermée autour de la bête (réservoir d'huile clos qui protège l'huile des impuretés).

On retrouve les mêmes éléments que pour le pneumatique :

- compresseur,
- soupape de sécurité,
- filtre
- manomètre.

Un **ballon oléopneumatique** peut être présent afin de réguler la pression dans le circuit.

La propreté de l'huile permet de se contenter d'un filtre grossier (crépine) avant la pompe et d'un filtre placé au retour vers le réservoir. Cela permet alors d'éviter l'utilisation d'un filtre à haute pression en sortie de pompe qui doit alors être surdimensionné pour résister à la pression (cher). Dans le cas de l'hydraulique la production n'est pas centralisée sur un bâtiment mais produite localement pour chaque système.



2.3 Composants annexes d'alimentation

2.3.1 Les clapets anti-retour

Ils assurent le passage du fluide dans un sens et bloquent le débit dans l'autre sens. Une bille peut se déplacer dans une cavité. Lorsque le fluide se déplace dans le sens contraire au sens de passage, la bille obstrue le passage et empêche le fluide de s'échapper.



2.3.2 Les étrangleurs

Cet élément peut être utilisé pour maintenir un circuit sous pression en cas de coupure d'alimentation. Les étrangleurs ont pour rôle de régler la vitesse des vérins. Ils s'implantent sur chacun des orifices d'échappement des distributeurs. Ils sont composés d'un orifice de passage d'air qui peut être obstrué par une vis de réglage pour réguler l'échappement.

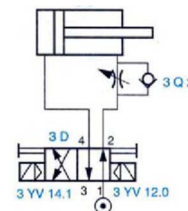


2.3.3 Les réducteurs de débit unidirectionnel (RDU)

Ils sont destinés à régler le débit du fluide. Ils doivent assurer le freinage du débit de fluide dans un sens et le plein passage dans l'autre sens. Le clapet anti-retour obstrue le passage dans un sens et l'oblige à passer par l'étrangleur dans l'autre sens.



Le réglage de la vitesse d'un vérin se fait en plaçant un réducteur au niveau de l'échappement du vérin (les vitesses d'entrée et de sortie sont alors indépendantes).



3 MODULER (OU DISTRIBUER)

3.1 Fonction

La fonction "distribuer" consiste ici à acheminer l'air ou l'huile vers l'actionneur en fonction des ordres de la commande. Les distributeurs sont définis par deux caractéristiques fonctionnelles :

- le nombre d'orifices principaux nécessaires au fonctionnement des différents types d'actionneurs, (non compris les orifices de pilotage).
- le nombre de positions définissant l'état repos et l'état travail (2, 3 ou 4 positions).



3.2 Principe de la symbolisation

Nombre de cases : il représente le nombre de positions de commutation possibles, une case par position. S'il existe une position intermédiaire, la case est délimitée par des traits pointillés.

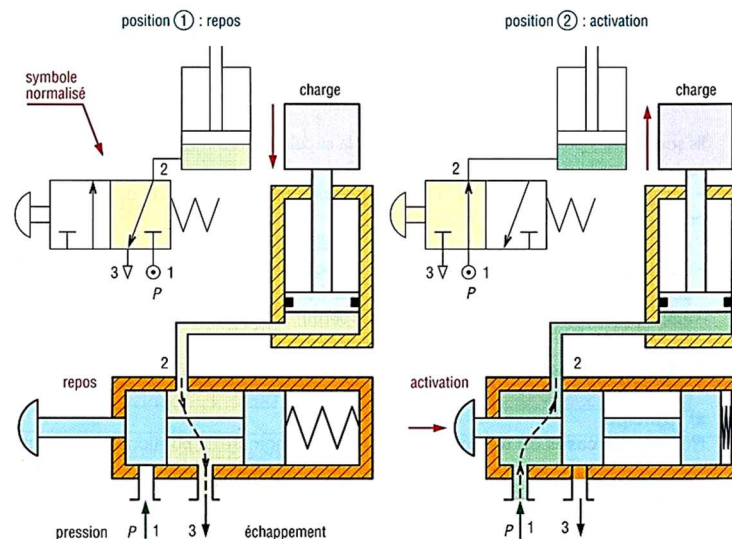
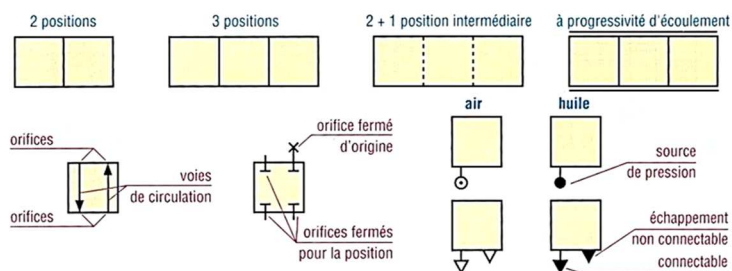
Flèches : dans chaque case ou position, les voies sont figurées par des flèches indiquant le sens de circulation du fluide entre les orifices.

T : les orifices non utilisés dans une position sont symboliquement obturés par un T droit ou inversé. Le nombre des orifices est déterminé pour une position et est égal pour toutes les positions.

Source de pression : elle est indiquée par un cercle noirci en hydraulique, clair en pneumatique.

Echappement : il est symbolisé par un triangle noirci en hydraulique, clair en pneumatique.

Position initiale : les lignes de raccordement entre réseau et distributeur aboutissent toujours à la case symbolisant la position initiale ou repos ; cette case est placée à droite pour les distributeurs à deux positions, au centre pour ceux à trois positions. Le symbole de la pression (cercle) est mis à droite de la case de repos s'il n'y a qu'un échappement (triangle), au milieu s'il y a deux échappements. Les orifices sont repérés par des lettres en hydraulique et par des chiffres en pneumatique (cf. page suivante).



Exemple de représentation et symbolisation des positions repos et activation (distributeur 3/2)

La désignation des distributeurs tient compte du nombre d'orifices et du nombre de positions.

Exemple : distributeur 5/2 signifie distributeur à 5 orifices et 2 positions.

3.3 Distributeur monostable

Un distributeur monostable se reconnaît quand le nombre de positions que peut prendre ce distributeur est plus important que le nombre de pilotes (ou s'il y a un ressort).

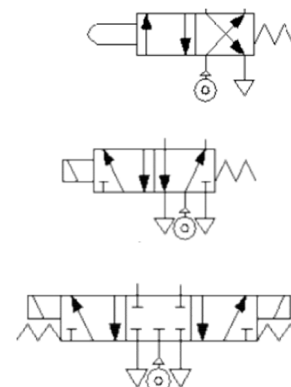
Exemples

Distributeur 5/2 monostable à commande électrique

Le rappel se fait par ressort. La position stable est la position repos (ressort détendu).

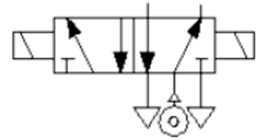
Distributeur 5/3 monostable à commande électrique

Le rappel en position stable se fait par ressort. La position stable est la position centrale (ressorts détendus)



3.4 Distributeur bistable

Distributeur 5/2 bistable à commande électrique
 Il n'y a pas de ressort et il y a deux positions stables.



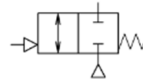
3.5 distributeurs proportionnels

Afin de profiter pleinement de l'incompressibilité de l'huile pour la mise en position précise on pourra utiliser des distributeurs proportionnels qui permettent de contrôler le débit en fonction de la position ou de la vitesse du vérin souhaitée.



3.6 bloqueur

Les bloqueurs sont des **distributeurs 2/2** qui s'utilisent, en général, pour bloquer un vérin dans une position intermédiaire. Dans ce cas on s'utilisera deux bloqueurs pour bloquer le vérin en position.



3.7 pilotage

pilotage électrique		pilotage mécanique		Combiné : (électrique et pneumatique) ou mécanique	
pilotage pneumatique		pilotage électropneumatique		Combiné : électrique et (pneumatique ou mécanique)	

4 CONVERTIR

Les actionneurs pneumatiques (ou hydrauliques) convertissent l'énergie de puissance pneumatique en énergie mécanique de translation, de rotation ou d'aspiration. Leurs principales caractéristiques sont : la **course**, la **force** et la **vitesse**.

Parmi les actionneurs pneumatiques, on retrouve principalement **les vérins, les moteurs et les ventouses**.

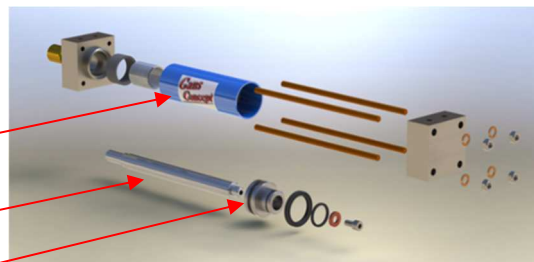
4.1 Les VERINS

Un vérin assure une conversion d'une énergie pneumatique (ou hydraulique) en énergie mécanique de translation.

(on parle également de vérin électrique mais il s'agit alors d'un motoréducteur électrique muni d'une transformation de mouvement).

Composants

- un **corps** sur lequel se font les connexions,
- un dispositif de transmission de l'effort, en général une **tige**,
- un **piston** qui sépare 2 chambres soumises à des pressions différentes.



Dimensions

D : diamètre du piston (en m)
 d : diamètre de la tige (en m)
 c : course (en m)

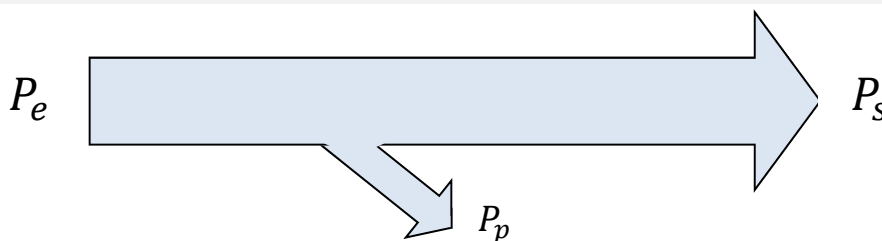
Section du piston (m²)

$$\text{côté corps } S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$$\text{côté tige } S = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}$$

Vérin simple effet		Vérin double effet	
position repos tige rentrée		classique	
position repos tige sortie		amorti réglable	
Le retour du vérin en position se fait par le ressort ou la charge.		L'ensemble tige piston peut se déplacer dans les 2 sens par l'action du fluide (effort plus faible en tirant : rentrée de la tige).	
Avantage : économique. Inconvénient : encombrant, course réduite Utilisation : serrage, éjection, levage		Avantages : plus souple, réglage plus simple de la vitesse. Inconvénient : + cher que le vérin simple effet Utilisation : grand nombre d'applications industrielles.	

Bilan de puissance



P_e	puissance hydraulique en entrée	$P_e = Q \cdot p$	Q : débit en m ³ /s p : pression du fluide en Pa
P_s	puissance mécanique en sortie	$P_s = F \cdot V$	F : force disponible en bout de tige (en N) V : vitesse de la tige (en m/s)
P_p	pertes dans l'actionneur	$P_p = F_R \cdot V$	F_R : effort résistant (en N)
		Vérin simple effet $F_R = \text{force du ressort}$	Vérin double effet $F_R = p_r \cdot S$ p_r pression de refoulement S section du piston en contact avec le fluide refoule

⚠ risque de confusion entre **P** (majuscule) la puissance et **p** (minuscule) la pression !

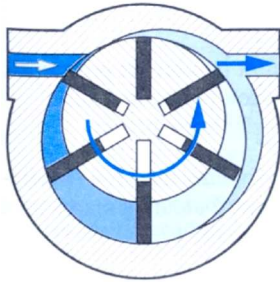
4.2 Les moteurs pneumatiques ou hydrauliques

Il existe plusieurs moyens pour produire un mouvement de rotation continu à l'aide d'un débit d'air comprimé.

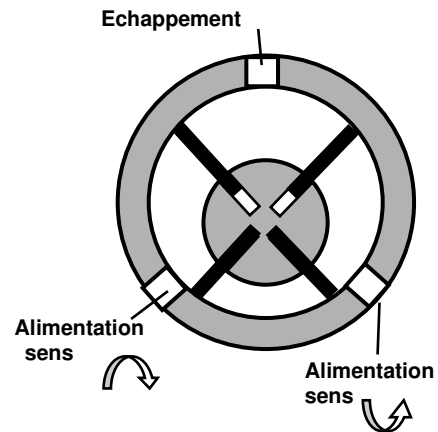
Le plus courant est le moteur à palettes qui est fréquemment utilisé dans les outillages pneumatiques (visseuses, meuleuses, perceuses, clefs à chocs, etc.).



moteur à palettes un sens de rotation



moteur à palettes deux sens de rotation

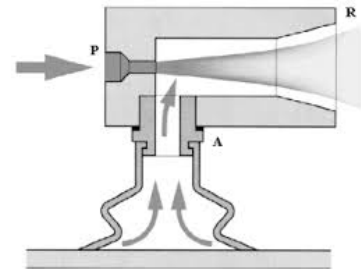
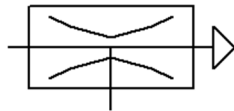


4.3 Les ventouses

La préhension par ventouse est un moyen simple de saisir des pièces lisses.

Eelle est fondée sur l'effet venturi.

Le passage de l'air dans le rétrécissement augmente la vitesse de l'air et diminue sa pression ($p_2 < p_1$). Il se crée alors une dépression qui permet d'aspirer l'air de la ventouse.



Crédits :

TSI Cannes

L. Isambert Lycée Geoffroy