

LE LANGAGE C++

MASTER 1

À PROPOS DU PARADIGME OBJET

Jean-Baptiste.Yunes@univ-paris-diderot.fr

U.F.R. d'Informatique

Université Paris Diderot - Paris 7

2019–2020

- **La méthode fonctionnelle ou structurée**
 - calquée sur le modèle des machines
 - des données
 - des fonctions
 - C, Pascal, Assembleur
- à ne pas confondre avec la programmation fonctionnelle

- **La méthode objet**
 - fonctionne par analogie avec le modèle du problème
 - mettre en correspondance l'espace des problèmes et l'espace des solutions

- **Analyse Orientée Objets :**
 - **méthode d'analyse qui examine les besoins sous la perspective des objets trouvés dans le vocabulaire du domaine du problème.**

Grady Booch.

Idée clé : analogie entre le modèle logiciel et le modèle physique.

Martin Abadi & Luca Cardelli.

- **Ex : MACAO, OMT, Booch, OOSE**

- Conception Orientée Objets :

- méthode de conception incorporant le processus de décomposition orienté objets et une notation permettant de dépeindre à la fois des modèles logiques et physiques aussi bien que statiques et dynamiques du système à étudier.

Grady Booch.

- méthode qui conduit à une architecture logicielle fondée sur les objets et leurs relations dans les sous-systèmes plutôt que sur les fonctions réalisées

Bertrand Meyer

Idée clé : souplesse/résistance/solidité du modèle.

Martin Abadi & Luca Cardelli.

- Ex : notation UML

- Programmation Orientée Objets :
 - méthode d'implémentation dans laquelle des programmes sont organisés comme des ensembles coopérants d'objets, chacun représentant une instance d'une certaine classe, et toutes les classes sont des membres d'une hiérarchie de classes unifiée par des relations d'héritage.

Grady Booch.

Idée clé : réutilisabilité des composants

Martin Abadi & Luca Cardelli.

- Ex : Java, C++...

- **Intérêt ?**
 - **stabilité de la modélisation**
 - **construction itérative (couplage faible entre composants)**
 - **réutilisabilité**
 - **simplicité (relative) du modèle**

UN DÉTOUR PAR LA PHILOSOPHIE

« il n'est pas question d'envisager écrire un quelconque programme en étant dépourvu de raison »

- La philosophie s'intéresse depuis toujours à notre rapport au monde
 - lequel est constitué de ce que l'on nomme « objets »
 - de quoi s'agit-il exactement ?
- nous ne répondrons pas à cette question, mais la lecture de textes philosophiques peut nous éclairer sur la démarche constitutive de la programmation objet
 - si nous connaissons mieux les objets du monde, peut-être cela nous facilitera-t-il la fabrication de leurs avatars numériques ?

Toute société existe en créant des significations imaginaires sociales - soit, de l'imperçu immanent. Tel, le Dieu hébraïque, chrétien ou islamique; ou la marchandise. Personne n'a jamais vu une marchandise : on voit une voiture, un kilo de bananes, un mètre de tissu. C'est la signification imaginaire sociale marchandise qui fait fonctionner ces **objets** comme ils fonctionnent dans une société marchande.

Cornelius Castoriadis

Anthropologie, philosophie, politique

Conférence à l'université de Lausanne, 11/05/1989, dans Actes des colloques du groupe d'études pratiques sociales et théories, université de Lausanne, 1990.

Reproduit dans *La montée de l'insignifiance - Les carrefours du labyrinthe 4*, Éditions du seuil, 1996.

L'ontologie distingue dans les êtres dont nous avons l'expérience deux principes métaphysiques : l'essence et l'existence.

Par essence on entend ce qu'un être est : ceci, c'est du papier; je suis un homme, je possède l'essence humaine. Mais, je n'exprime pas par là tout ce qu'est cette feuille de papier, tout ce que je suis. Du donné réel je ne retiens que les caractères qu'il possède en commun avec tous les êtres de même espèce : ces caractères constituent l'essence universelle. [...]

L'essence n'implique pas qu'il existe des êtres en qui elle soit réalisée. [...] Les chimistes conçoivent des corps dont, sans en avoir vu aucun spécimen, ils connaissent parfaitement la composition, les propriétés et l'utilisation possible; il leur manque seulement de découvrir le procédé permettant de faire la synthèse de leurs éléments constitutifs. [...]

L'être de l'essence est d'être possible.

Cette possibilité devient réalité grâce à l'existence : l'existence est donc ce qui actualise l'essence. [...]

On est ainsi amené à concevoir une essence unique pouvant se multiplier dans un nombre indéfini d'individus appelés à l'existence.

Le monde sensible est le seul que connaisse le vulgaire. Il est constitué par l'ensemble des réalités perçues par les sens. On y observe des individus multiples reproduisant le même type, des violettes, des chevaux, des hommes.... et présentant des caractères communs : l'égalité, la beauté, la justice...

Au contraire, ne pouvant qu'être conçu par l'esprit, le monde intelligible est ignoré de la masse. C'est là qu'on peut contempler les types même que reproduisent les êtres du monde sensible : la Violette, le Cheval, l'Homme; ou plutôt - car ce n'est guère qu'à cela que songe Platon - l'Être lui-même dans sa pureté ou du moins ses formes les plus générales : la Bonté, la Beauté, la Justice, etc. Il les appelle des Idées, non pas qu'il les considère comme de simples représentations, mais parce qu'il voit en elles les modèles de toutes choses.

Paul Foulquié.

Que sais-je ? n°253, dixième édition, L'existentialisme, Presses Universitaires de France, 1958.

Heidegger distingue deux modes d'être des choses : les choses simplement subsistantes (Vorhanden), objets de contemplation esthétique ou théorique, et les choses telles qu'elles se donnent dans nos activités et préoccupations quotidiennes, les choses « sous la main » (Zuhanden). De prime abord et le plus souvent, nous entretenons un rapport pratique avec elles [...] Elles m'apparaissent d'emblée avec le « pour quoi » de leur utilité [...] Or, ce régime d'utilité a tendance à conquérir, au-delà des outils, tout le monde environnant [...] Pour que les choses puissent apparaître pour ce qu'elles sont, précise Heidegger, il faut une rupture dans l'ordre de la préoccupation : qu'un outil soit inutilisable [...] C'est donc en rompant avec le mode de la disponibilité, soutient Heidegger, que nous pouvons appréhender les choses pour elles-mêmes, que nous pouvons les voir surgir dans leur simple subsistance et adopter face à elles un regard contemplatif.

Martin Legros

Dossier *Apprendre à l'ère d'Internet*, Philosophie magazine, n° 62, 09/2012.

- Ludwig Wittgenstein dans *Tractatus logico-philosophicus* (1922), se pose la question du sens.
 - se faisant, il formalise logiquement ce qui fait sens
 - il propose de décomposer le monde en faits;
« Magic Johnson est grand »
 - les faits se décomposent en objets
 - les particuliers « Le bureau »
 - les propriétés « Robert est lourd »
 - les relations « Nathalie adore la soupe »

- Ludwig Wittgenstein :
 - 2.02 **L'objet** est simple.
 - 2.0233 Deux **objets** de même forme logique - leurs propriétés externes mises à part - ne se différencient l'un de l'autre que parce qu'ils sont distincts
 - 2.0271 **L'objet** est le fixe, le subsistant; la configuration est le changeant, l'instable.
 - 2.061 Les états de **choses** sont mutuellement indépendants.
 - 3.22 Le nom est dans la proposition le représentant de **l'objet**.

A map of the North Atlantic Ocean showing the Sargasso Sea Triangle. The triangle is outlined in red, with vertices at the Florida peninsula, the Bermuda Islands, and Puerto Rico. The text 'LE TRIANGLE SÉMIOTIQUE' is overlaid in large black letters across the center of the map. Other labels on the map include 'îles des Bermudes', 'mer des Sargasses (océan Atlantique)', 'Floride', and 'Porto Rico'.

LE TRIANGLE SÉMIOTIQUE

Sémiotique : branche de la philosophie du langage

la pensée



Sens (signifié, notion, abstrait, idée, concept, pensée)

Se rapporte

Symbolise

la réalité



Objet (chose, concret, réalité (domaine extralinguistique))

Représente

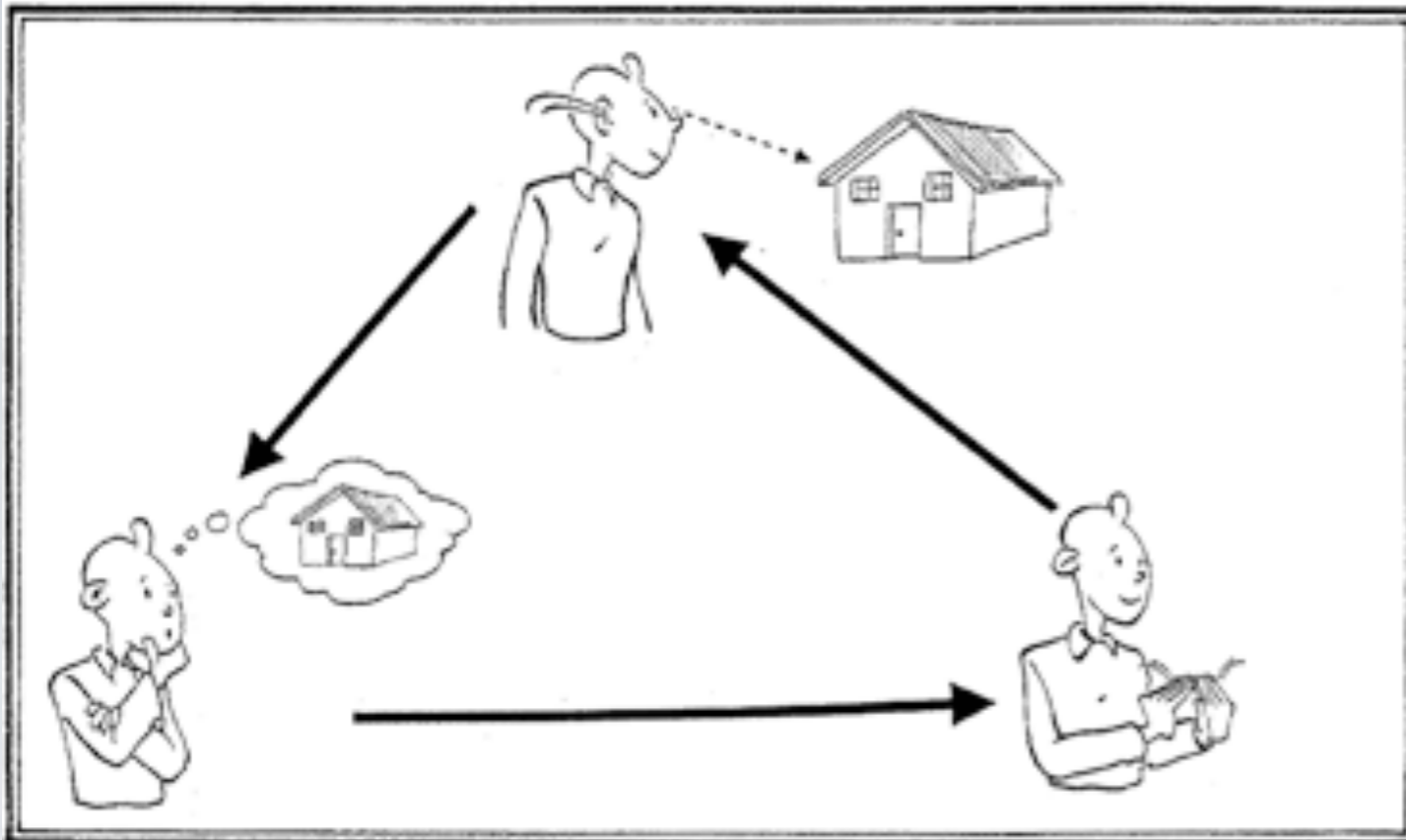
le langage

Une maison

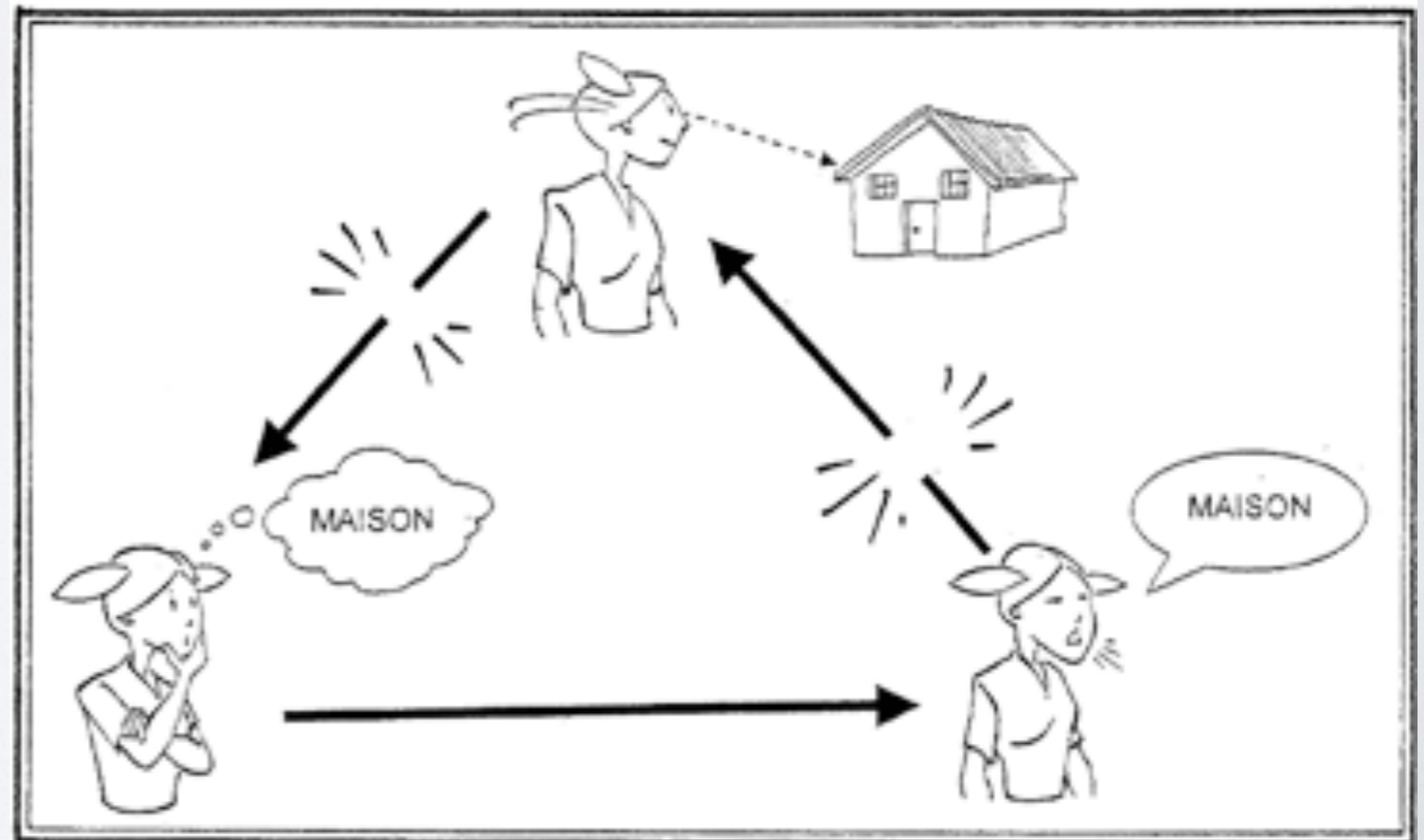
Nom (mot, signifiant, symbole, langage)

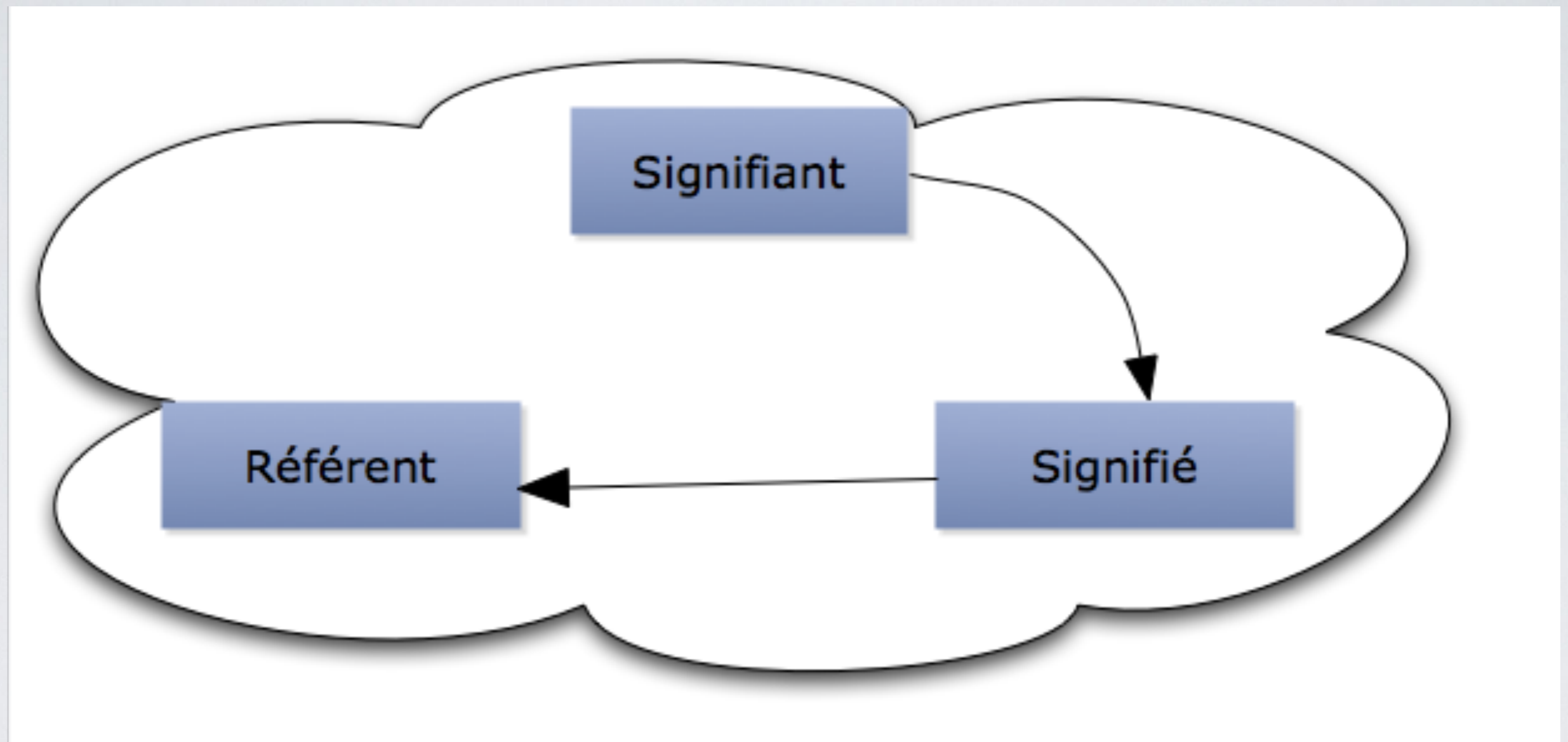
Le triangle sémiotique

EN LANGUE DES SIGNES (LS)



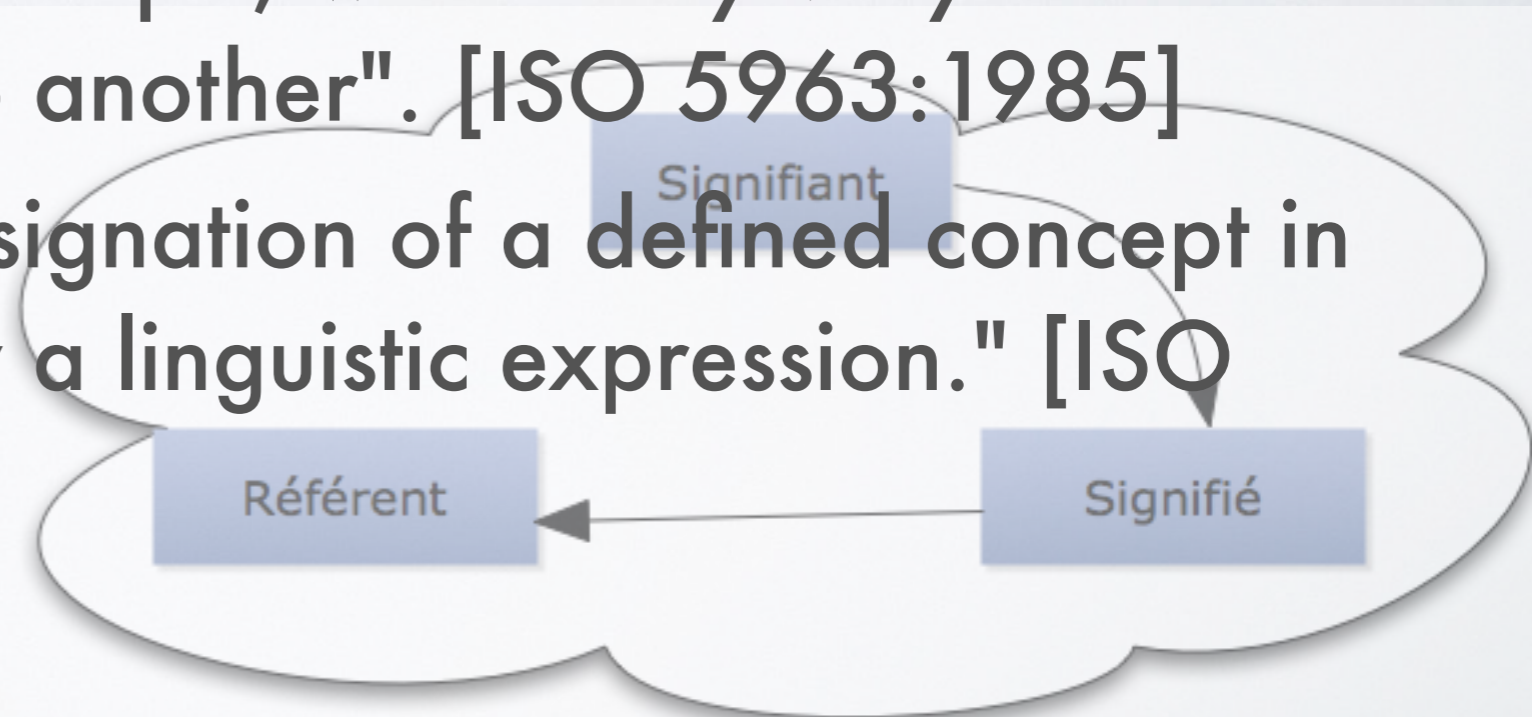
EN LANGUE VOCALE (LV)



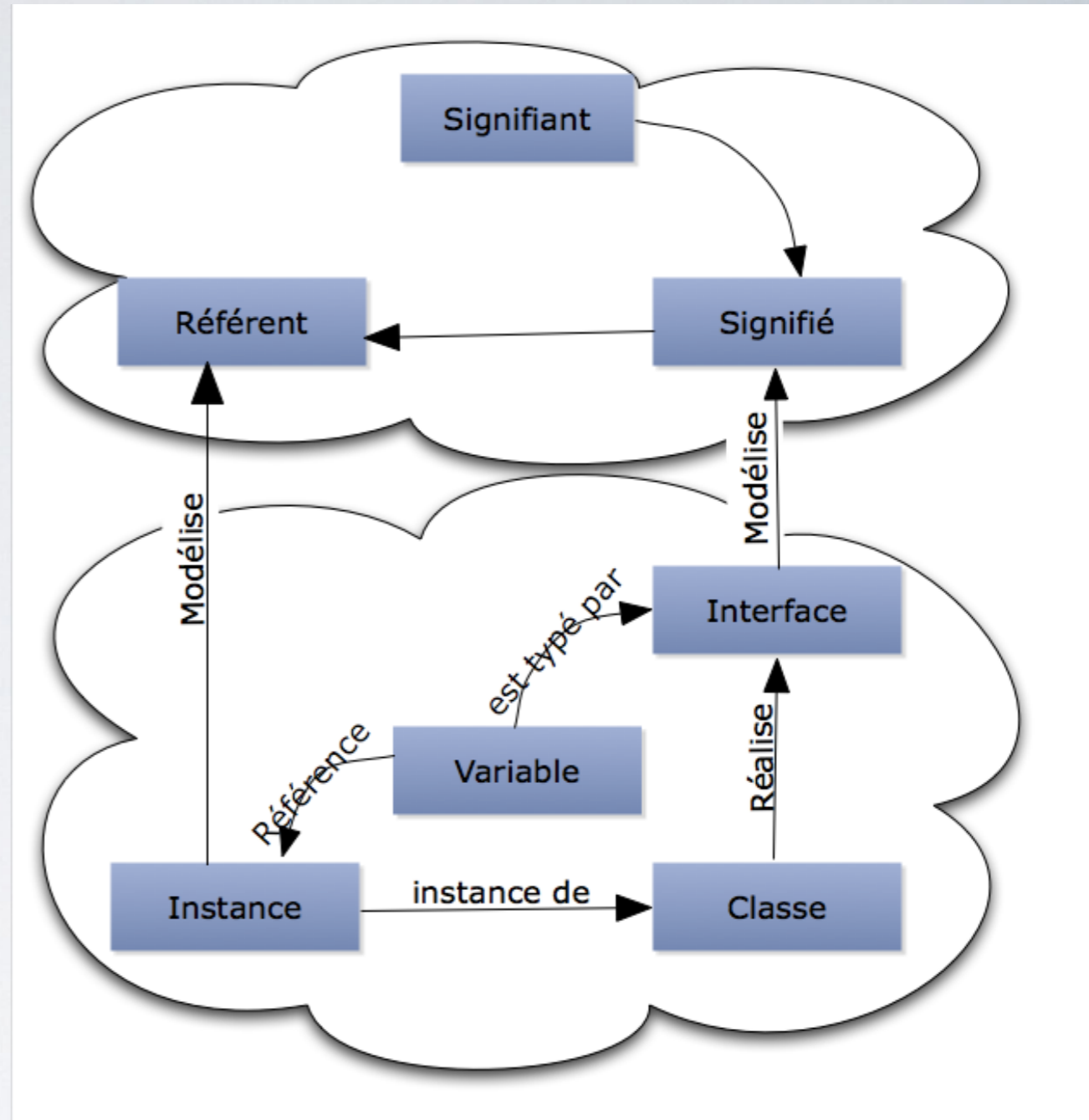


Pas de relation directe entre le mot et l'objet. Les mots, pour désigner les objets, passent par la médiation du concept...

- **Objet/référent** : "any part of the perceivable or conceivable world." [ISO 1087]. Référents matériels (mon marteau, ma voiture, la Halle aux Farines). Référents immatériels (le temps, la nation, la liberté...)
- **Concept/signifié** : "A unit of thought constituted through abstraction on the basis of properties common to a set of objects. [ISO 1087] The semantic content of a concept can be re-expressed by a combination of other and different concepts, which may vary from one language or culture to another". [ISO 5963:1985]
- **Terme/signifiant** : "Designation of a defined concept in a special language by a linguistic expression." [ISO 1087]



- Conception :
- Interface
- Réalisation :
- Programmation



- Du triangle à la conception, puis à la programmation

QUELQUES ÉLÉMENTS PARADIGMATIQUES

Un paradigme est une représentation du monde, une façon de voir les choses. En programmation, cela fait référence à un style fondamental de penser les constituants des programmes.

- Éléments majeurs
constitutifs du modèle à
objets :

- l'abstraction
- l'encapsulation
- la modularité
- la hiérarchie

Grady Booch

- Éléments mineurs :
 - le typage
 - la simultanéité
 - la persistance

- Éléments essentiels
constitutifs du modèle à
objets :

- L'identité
- la classification
- le polymorphisme
- l'héritage

James Rumbaugh

- Éléments annexes :
 - l'abstraction
 - l'encapsulation

- **L'abstraction :**
 - fait ressortir **les caractéristiques essentielles d'un objet** (qui le distinguent de tous les autres genres d'objets) et donc procure des frontières conceptuelles rigoureusement définies, relativement au point de vue de l'observateur.

En algorithmique on travaille sur des types abstraits, i.e. on parle de liste d'éléments sans préciser grand chose de la réalité de ces choses.

Autre exemple, lors du passage du permis de conduire on vérifie que le candidat sait conduire une voiture, mais on ne dit jamais laquelle; c'est heureux car cela lui permet par la suite de conduire n'importe quelle voiture y compris celles qui n'existaient pas encore lors de l'examen.

- **L'encapsulation** - Information hiding :
 - procédé qui cache l'ensemble des détails d'un objet qui ne font pas partie de ses caractéristiques essentielles.

C'est un concept très courant et utile. Dans la vie réelle on parle de boîte noire (un appareil électro-ménager est une boîte noire, i.e. on n'en voit pas les détails de fonctionnement), un composant électronique est une boîte noire.

- **La modularité :**
 - propriété d'un système qui a été décomposé en un ensemble de modules cohérents et faiblement couplés.

Dans l'industrie, ceci permet de nettement différencier les tâches à l'étape de réalisation et de confier celle-ci à des équipes ou des sous-traitants indépendants.

- **La hiérarchie :**
 - rangement ou ordonnancement des abstractions. La hiérarchie est essentielle car elle permet de raisonner à différents niveaux conceptuels; opération courante dans la vie de tous les jours et qui fait la richesse du langage humain; le paradigme objet permet d'en obtenir des bénéfices équivalents à l'intérieur des programmes.

Par exemple, on est pas au même niveau de description et de détail lorsque qu'on parle de :

Néofélidés Félidés actuels	Panthérinés	Lion, Tigre, Panthère, Jaguar. Once.
	Félinés	<u>Chat</u> , Ocelot, Serval, Jaguarondi, Margay. Lynx, Caracal. Puma.
	Acinonychinés	Guépard.
Paléofélidés Groupes disparus	Prolailuriné	Prolairus.
	Machairodontinés	Smilodontinés : Smilodon, Méganthéron.
		Homotheriiné : Homotherium, Machairodus. Metailuriné : Dinofelis, Metailurus.

- Le **typage** :
 - est le fait d'imposer la classe d'un objet, de sorte que des objets de types différents ne puissent être intervertis, ou alors de façon très restrictive.
- La **simultanéité** :
 - distingue les objets actifs des inactifs.
- La **persistance** :
 - propriété des objets à transcender le temps ou l'espace.

- **L'identité :**
 - les objets sont des entités discrètes distinctes.
- **La classification (à la Rumbaugh) :**
 - les objets de même structure (attributs et opération) sont regroupés en classes.
- **Le polymorphisme :**
 - une même opération peut se comporter différemment selon l'objet sur laquelle elle est appliquée

Tous les animaux qui crient ne le font pas de la même manière donc faire crier un animal ne produit pas le même résultat sur tous

- **L'héritage :**
 - **partage d'attributs et d'opérations basé sur une relation hiérarchique**

La classification hiérarchique étant généralement obtenue par factorisation d'attributs ou d'opérations communes, il s'agit donc d'un héritage structurel : si une figure géométrique est définie par la propriété de pouvoir être translatée, alors un triangle (qui est une figure géométrique) peut l'être. Idem pour un attribut de position par exemple.

- Les **objets** (d'après Pierre-Alain Muller) :
 - Un objet est une entité atomique formée de l'union d'un état et d'un comportement. Il fournit une relation d'encapsulation qui assure à la fois une cohésion interne très forte et un faible couplage avec l'extérieur. Il révèle sa vraie nature par l'envoi de messages lorsqu'il s'insère dans un scénario de communication. Un objet possède une identité.

Objet = État + Comportement

- **L'état :**
 - union des valeurs instantanées de tous les attributs d'un objet. Un attribut est une information qui qualifie l'objet qui le contient.
- **Le comportement :**
 - union des compétences d'un objet (actions et réactions d'un objet). Un atome de compétence est appelé une opération. Les opérations sont déclenchées à la réception d'un message.

- **L'identité :**

- permet de distinguer deux objets de façon non ambiguë. C'est un concept. Chaque objet possède implicitement une identité.

Dans les cas ordinaires, la machine objet confond identité et localisation. Mais dans le cas du distribué, l'identité d'un objet permet de retrouver sa localisation à l'aide d'un répertoire.

- En Java l'identité d'un objet local est son adresse en mémoire, en C++ aussi.

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

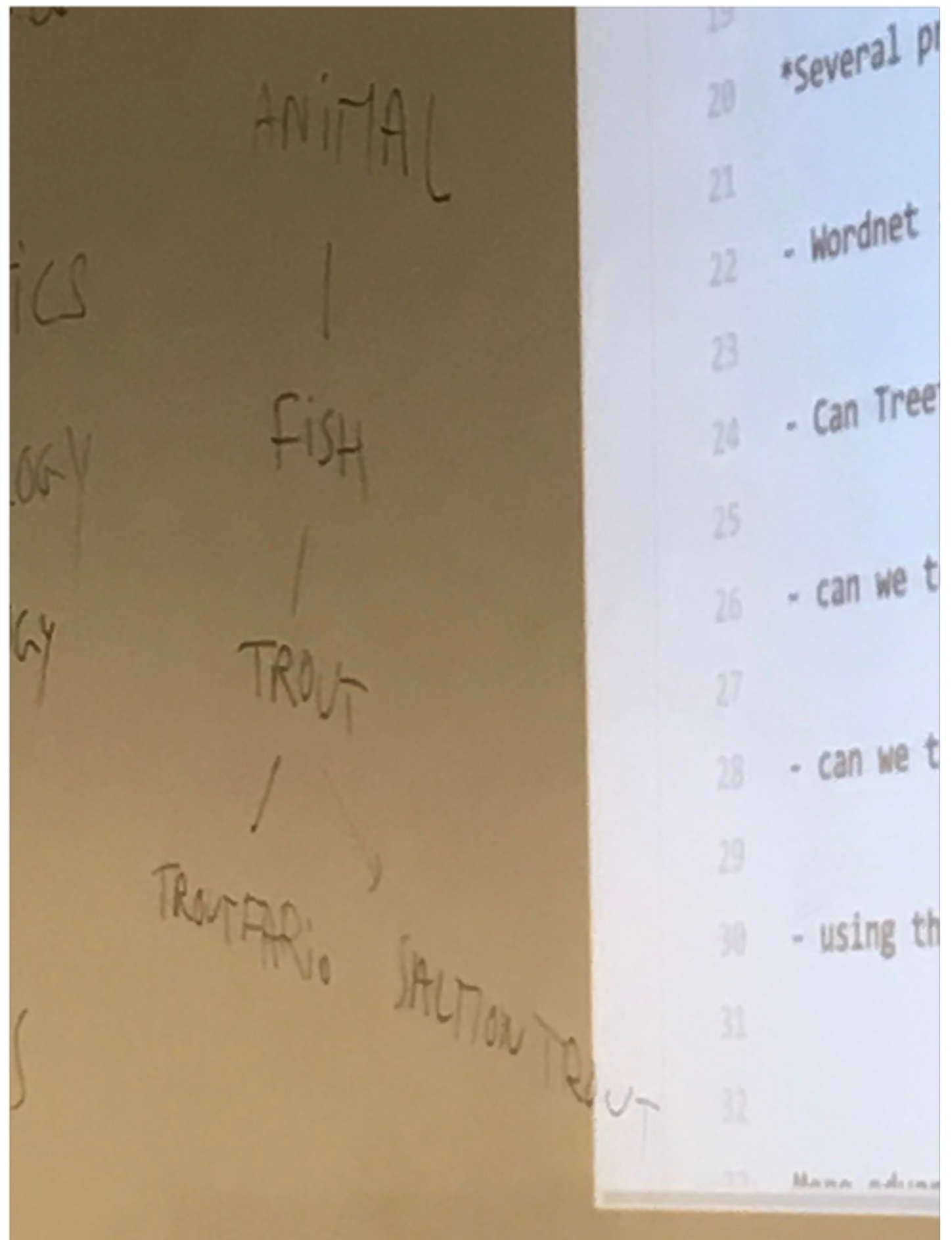
Table of Radioactive Isotopes

Table of Radioactive Isotopes																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Naturally occurring radioactive isotopes are indicated by a blue mass number. Half lives are in parentheses where s, m, h, d and y stand for seconds, minutes, hours, days and years respectively. The symbols describing the mode of decay and resulting radiation are defined as follows:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
α alpha particle β ⁻ beta particle β ⁺ positron emission γ gamma ray K K-electron capture L L-electron capture SF spontaneous fission p ⁺ proton n ⁰ neutron e ⁻ internal electron conversion																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
<table border="1"> <tr> <td>GROUP IA</td> <td colspan="2">IIA</td> <td colspan="10">III B</td> <td colspan="2">IV B</td> <td colspan="2">V B</td> <td colspan="2">VI B</td> <td colspan="2">VII B</td> <td colspan="2">VIII</td> <td colspan="2">IX</td> <td colspan="2">X</td> <td colspan="2">XI</td> <td colspan="2">XII</td> <td colspan="2">IIB</td> <td colspan="2">IIB</td> <td colspan="2">0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td colspan="2">He</td> <td colspan="10">Li</td> <td colspan="2">Be</td> <td colspan="2">B</td> <td colspan="2">C</td> <td colspan="2">N</td> <td colspan="2">O</td> <td colspan="2">F</td> <td colspan="2">Ne</td> <td colspan="2">Na</td> <td colspan="2">Mg</td> <td colspan="2">Al</td> <td colspan="2">Si</td> <td colspan="2">P</td> <td colspan="2">S</td> <td colspan="2">Cl</td> <td colspan="2">Ar</td> </tr> <tr> <td>1.00794</td> <td colspan="2">4.002602</td> <td colspan="10">6.941</td> <td colspan="2">9.0122</td> <td colspan="2">10.811</td> <td colspan="2">12.011</td> <td colspan="2">14.003074</td> <td colspan="2">15.9994</td> <td colspan="2">18.9984</td> <td colspan="2">19.9984</td> <td colspan="2">20.183</td> <td colspan="2">22.98976928</td> <td colspan="2">24.30409</td> <td colspan="2">26.9815386</td> <td colspan="2">28.0855836</td> <td colspan="2">30.973761998</td> <td colspan="2">32.005</td> <td colspan="2">35.453</td> <td colspan="2">36.96657</td> <td colspan="2">39.948</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">11</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">15</td> <td colspan="2">16</td> <td colspan="2">17</td> <td colspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="10">3</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">5</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">8</td> <td colspan="2">9</td> <td colspan="2">10</td> </tr></table>																GROUP IA	IIA		III B										IV B		V B		VI B		VII B		VIII		IX		X		XI		XII		IIB		IIB		0		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		H	He		Li										Be		B		C		N		O		F		Ne		Na		Mg		Al		Si		P		S		Cl		Ar		1.00794	4.002602		6.941										9.0122		10.811		12.011		14.003074		15.9994		18.9984		19.9984		20.183		22.98976928		24.30409		26.9815386		28.0855836		30.973761998		32.005		35.453		36.96657		39.948		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1	2		3										4		5		6		7		8		9		10	
GROUP IA	IIA		III B										IV B		V B		VI B		VII B		VIII		IX		X		XI		XII		IIB		IIB		0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
H	He		Li										Be		B		C		N		O		F		Ne		Na		Mg		Al		Si		P		S		Cl		Ar																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1.00794	4.002602		6.941										9.0122		10.811		12.011		14.003074		15.9994		18.9984		19.9984		20.183		22.98976928		24.30409		26.9815386		28.0855836		30.973761998		32.005		35.453		36.96657		39.948																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2		3										4		5		6		7		8		9		10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														

- **La classification est un processus extrêmement courant**
- **on passe notre temps à classifier**

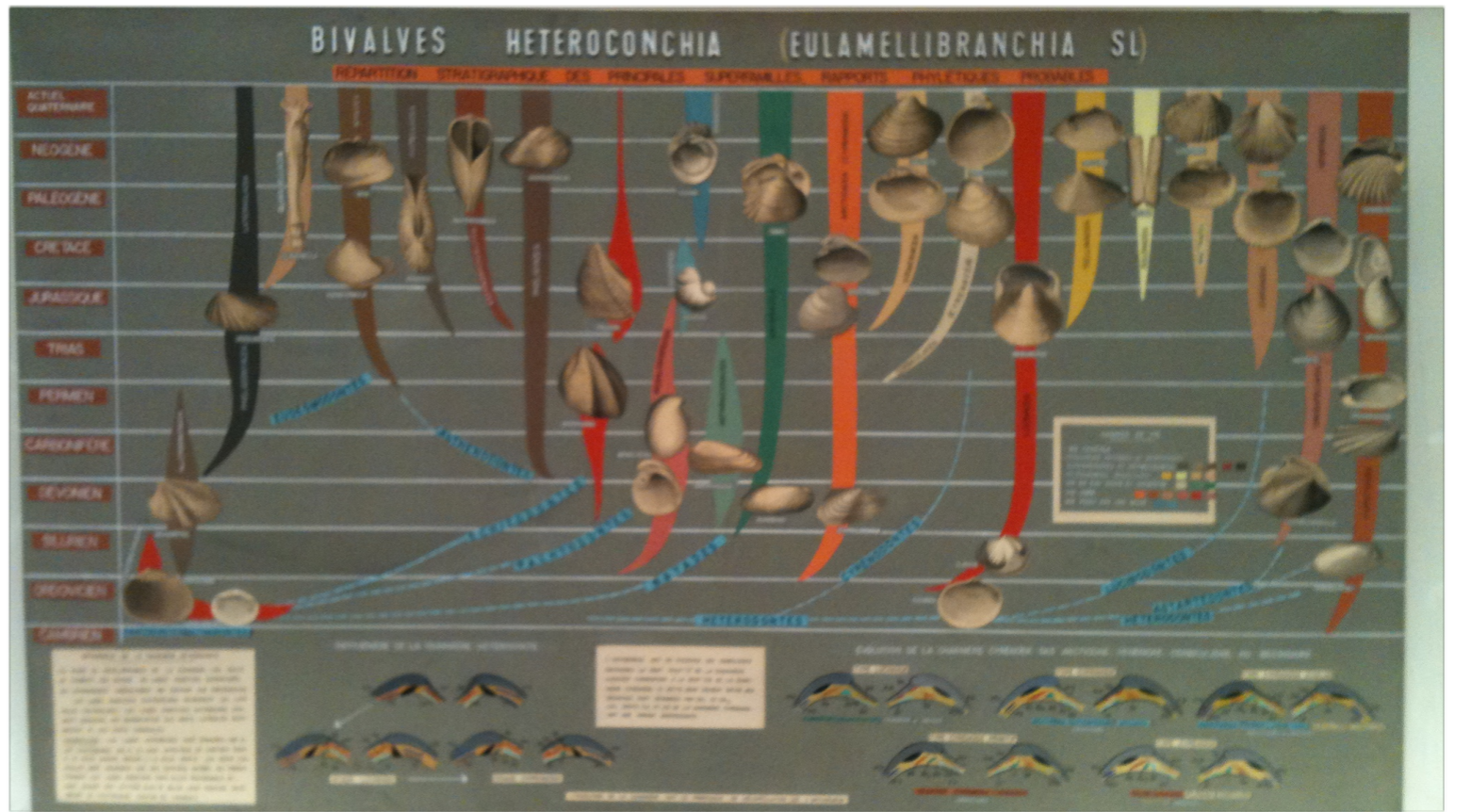
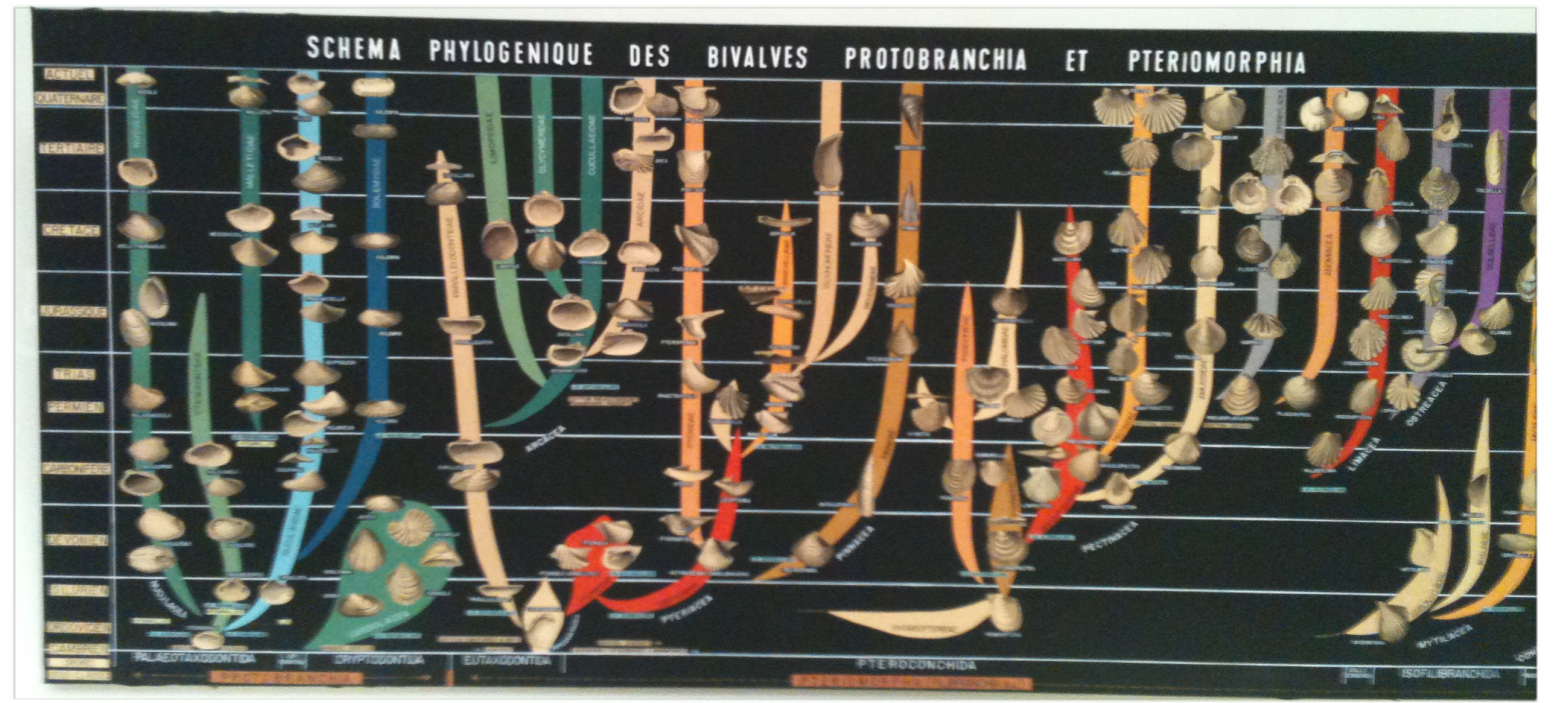
Élaboré en cours de
linguistique pour
parler d'ontologie
sémantique

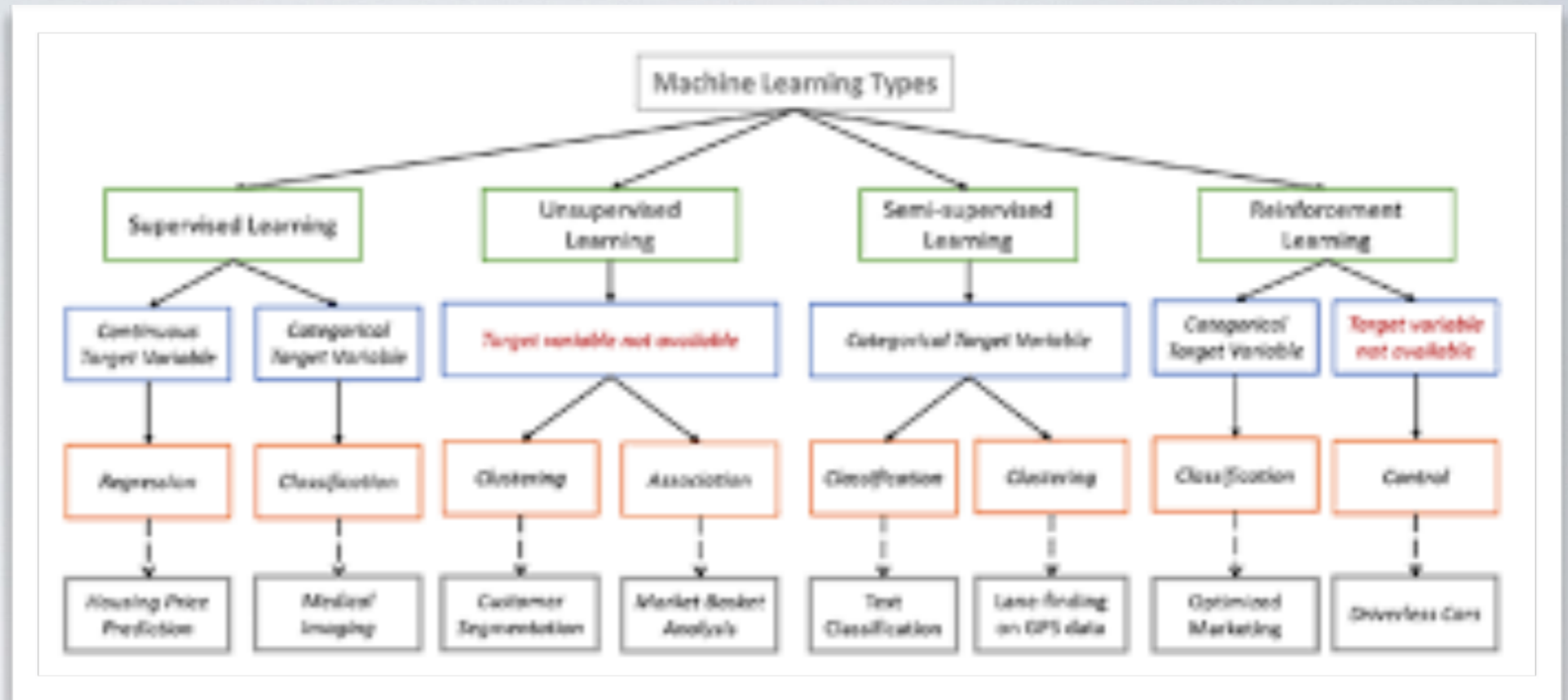
N. Ballier - 2019



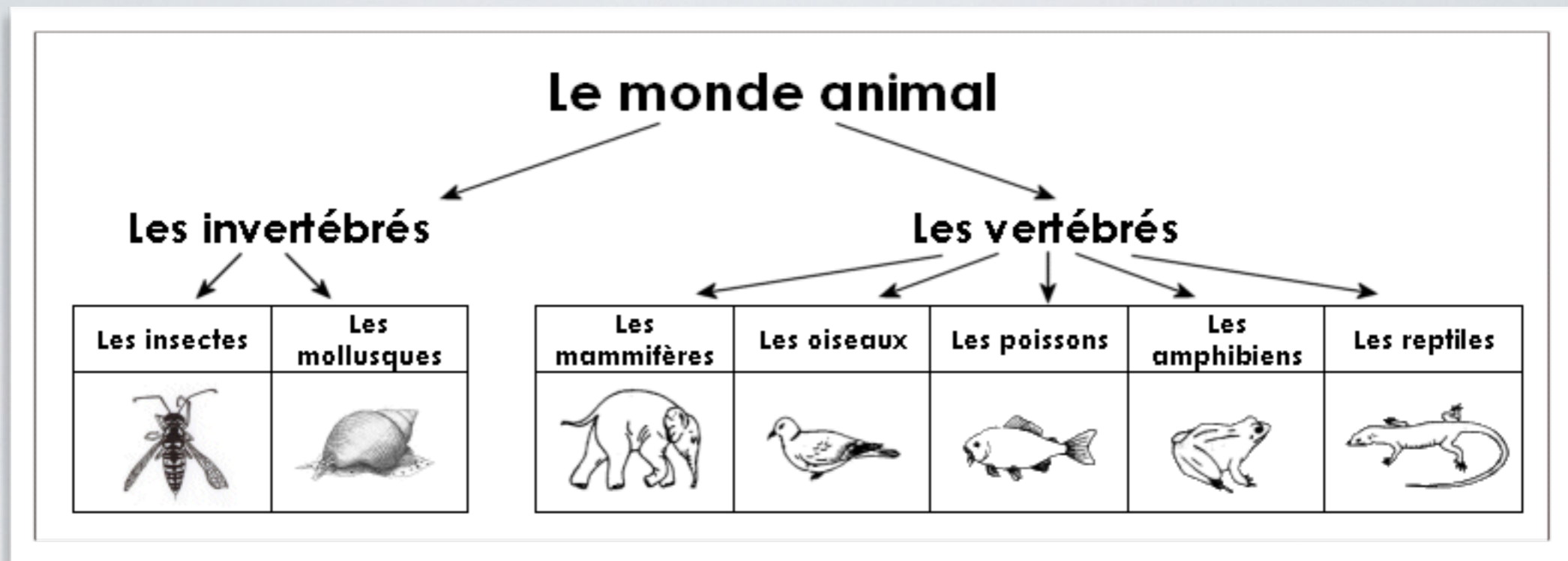
Classification phylogénétique

Musée de paléontologie - 2010





Classification des algorithmes d'apprentissage source inconnue



Classification classique
des espèces

Support pédagogique
pour école primaire

La classification par Guillaume Lecoindre

- C'est une opération courante, mais qu'il faut bien comprendre et maîtriser pour éviter d'aboutir à des absurdités. Erreurs très grave mais très courante :

la confusion entre généralisation (isa), typage (kindof) et composition (partof)

is a	relation entre classes inclusion d'ensembles
kind of	relation d'un objet à une classe appartenance d'un élément à un ensemble
part of	relation de composant à composé

- Quelques éléments terminologiques

Classe	Abstraction	Concept	Ensemble
Objet	Réification <i>Chosification</i>	Chose	Élément

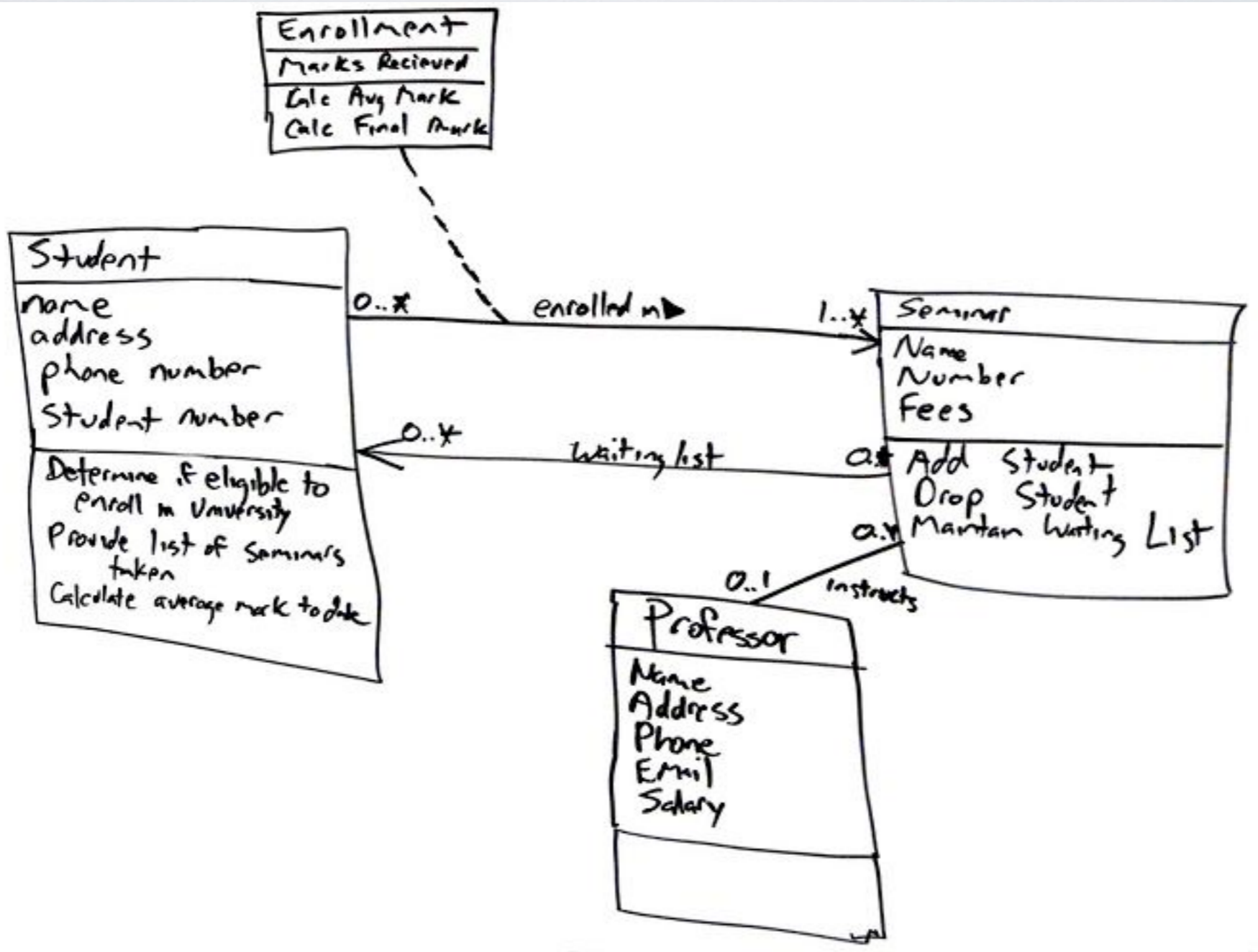
LA MODÉLISATION



- Le langage couramment employé pour décrire la structure d'une application dans le monde objet est **UML : Unified Modeling Language**
- Il s'agit bien d'un langage (graphique) permettant d'exprimer différents aspects structurant l'application dont :
 - les objets manipulés et leurs relations
 - les abstractions correspondantes : concepts et relation entre concepts
 - l'évolution des objets
 - les interactions entre objets

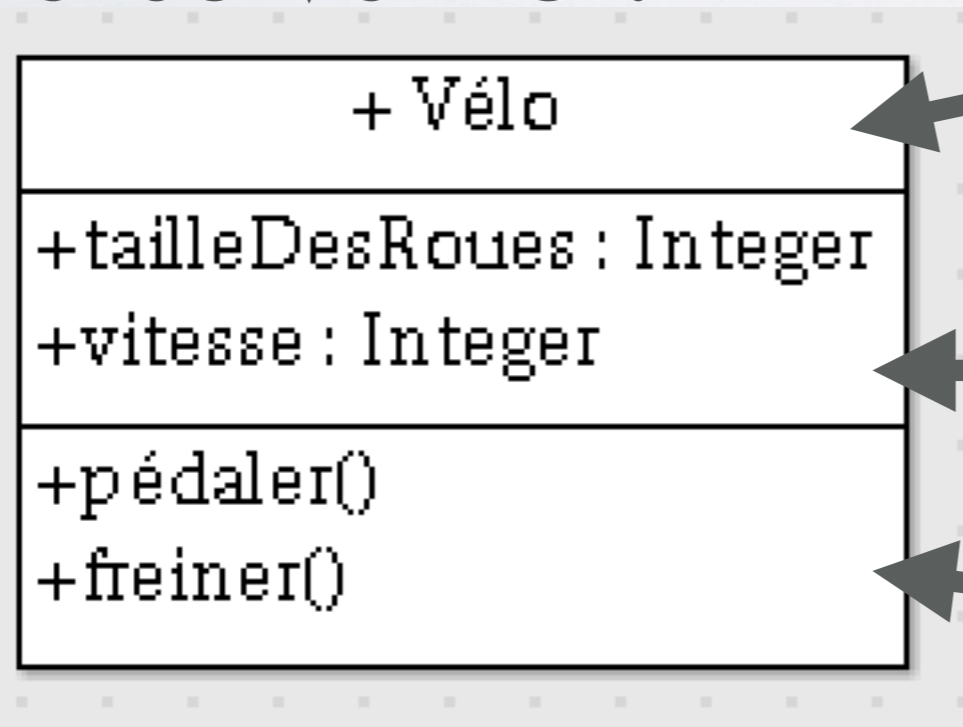
- **Le diagramme d'objets**
 - décrit un certain nombre d'objets identifiés comme pertinents dans un certain contexte
 - décrit les relations existantes entre les objets identifiés
- un diagramme d'objet ne contient pas tous les objets (ce n'est ni toujours possible, ni raisonnable)
- un diagramme d'objets modélise des faits précis et particuliers
- l'abstraction des diagrammes d'objets conduit aux diagrammes de classes

- **Le diagramme de classes**
 - décrit les concepts pertinents
 - décrit les relations entre concepts
- Un diagramme de classe ne contient pas toutes les classes (pas souhaitable, ni possible), mais toute classe doit être dans un diagramme de classe (ie. tous les concepts doivent être décrits!)
- Attention : le diagramme de classe ne « tombe » pas du ciel! Il est obtenu en faisant une liste des objets du système puis en opérant une classification de ces objets...



- L'analyse conduit à concevoir des classes UML
 - c'est-à-dire une description des responsabilités, du comportement et du type d'un ensemble d'objets
 - on rappelle que les objets sont caractérisés par leurs attributs et opérations

- Si l'on pense qu'un vélo est caractérisé par le diamètre de ses roues et que l'on peut pédaler et freiner pour contrôler sa vitesse, sa représentation UML peut être la suivante :



nom du concept

attributs (typés ou non)

opérations (typées ou non)

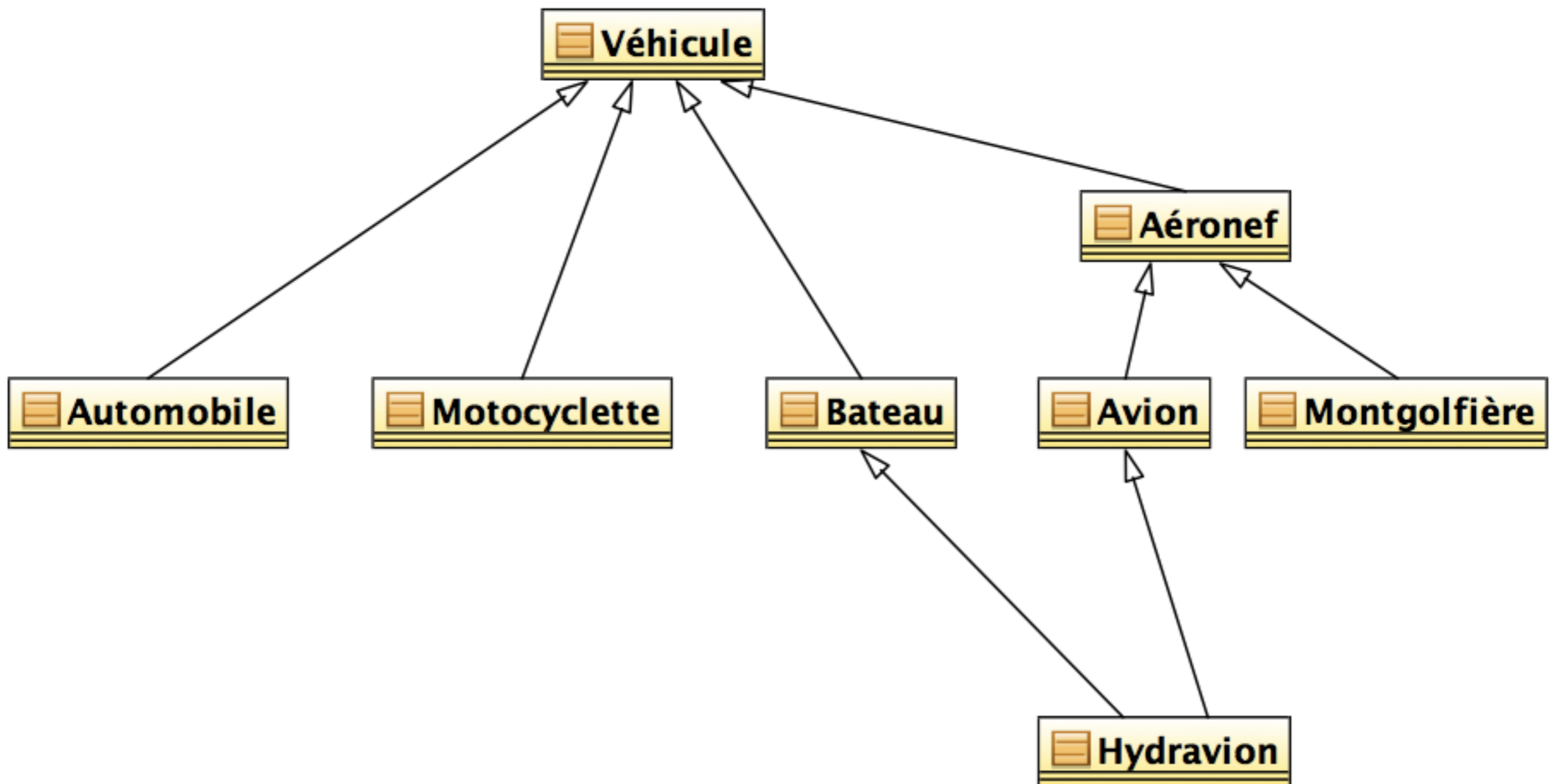
- Les relations entre classes sont de genres différents :
 - **généralisation/spécialisation**
 - induite par est-un/est-une/est-une-sort-de
 - exemple : une voiture est un véhicule
 - **agrégation/composition**
 - relation tout/partie, ensemble/élément
 - exemple : une maison est faite de pièces
 - **association**
 - simple lien
 - exemple : un frère et sa sœur

- Il est très important de ne pas confondre ces différentes relations
- Les identifier correctement est une étape essentiel du processus d'analyse

La généralisation/spécialisation

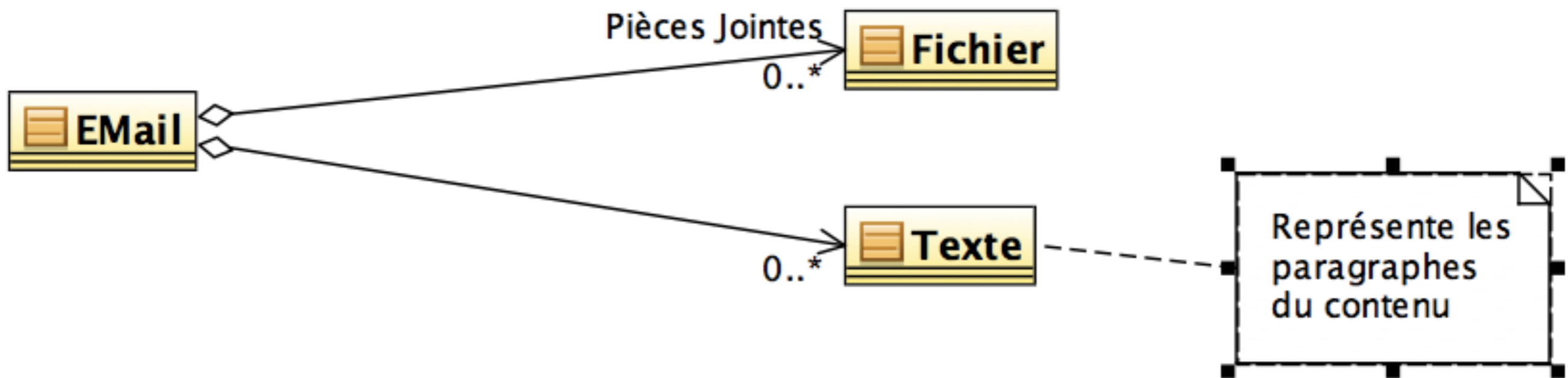
- la généralisation peut être obtenue par factorisation
- la spécialisation peut être obtenue par extension
- Cette relation autorise l'emploi du **Principe de substitution de Liskov** [1987]
 - If S is a subtype of T , objects of type S should behave as objects of type T , if they are treated as objects of type T
- Ce principe est trop contraignant, on peut lui préférer, le **Principe de substitutivité modulaire** de Narbel [2005]
 - Si $P(T)$ est un programme exprimé en les termes du type T , on peut substituer à toute instance de ce type T , une instance d'un type S sous-type de T

- tout le monde peut comprendre le sens d'un tel diagramme



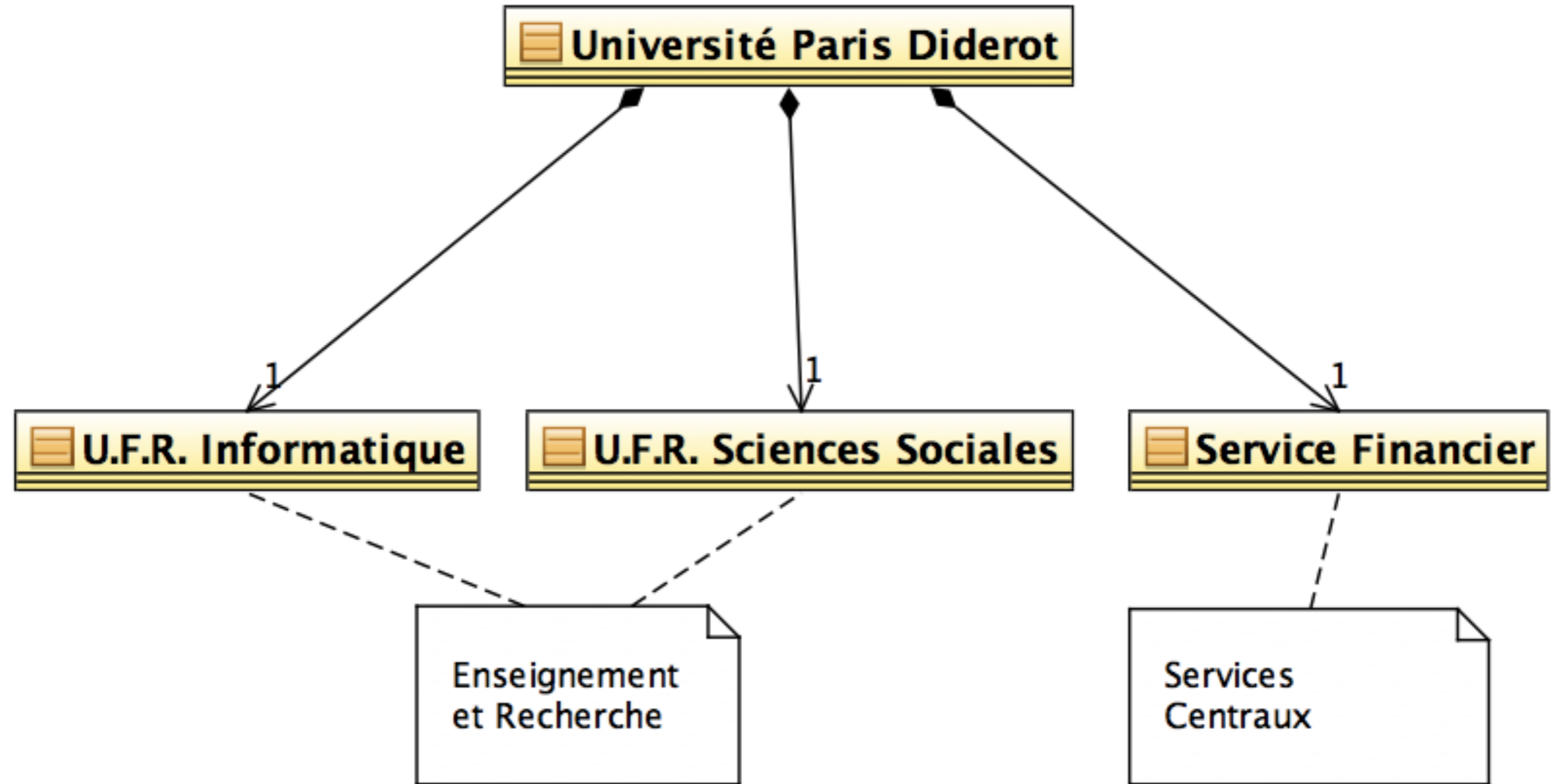
L'agrégation :

- l'agrégation est une relation de nature asymétrique reliant des ~~éléments~~ composants à un ~~ensemble~~ composé
- le couplage est fort et il y a subordination
- la vie des éléments est indépendante de celle de l'agrégat
- un élément peut appartenir à plusieurs agrégats
- ex : un e-mail peut agréger des documents joints



La **composition** :

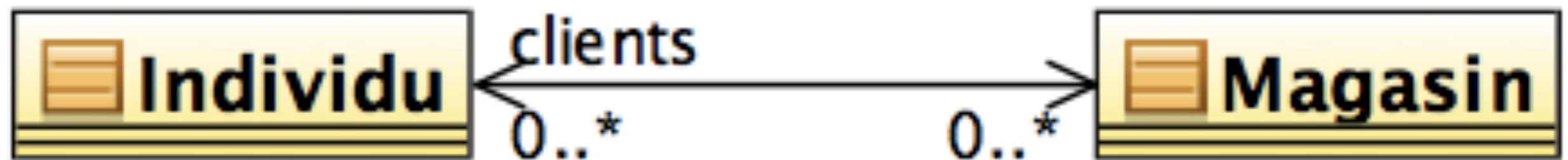
- c'est une agrégation forte (agrégat de valeurs)
- une destruction du composé entraîne la destruction des composants
- un composant ne peut appartenir qu'à un seul composé
- ex : les pièces d'une maison, l'UFR d'Informatique de Paris Diderot



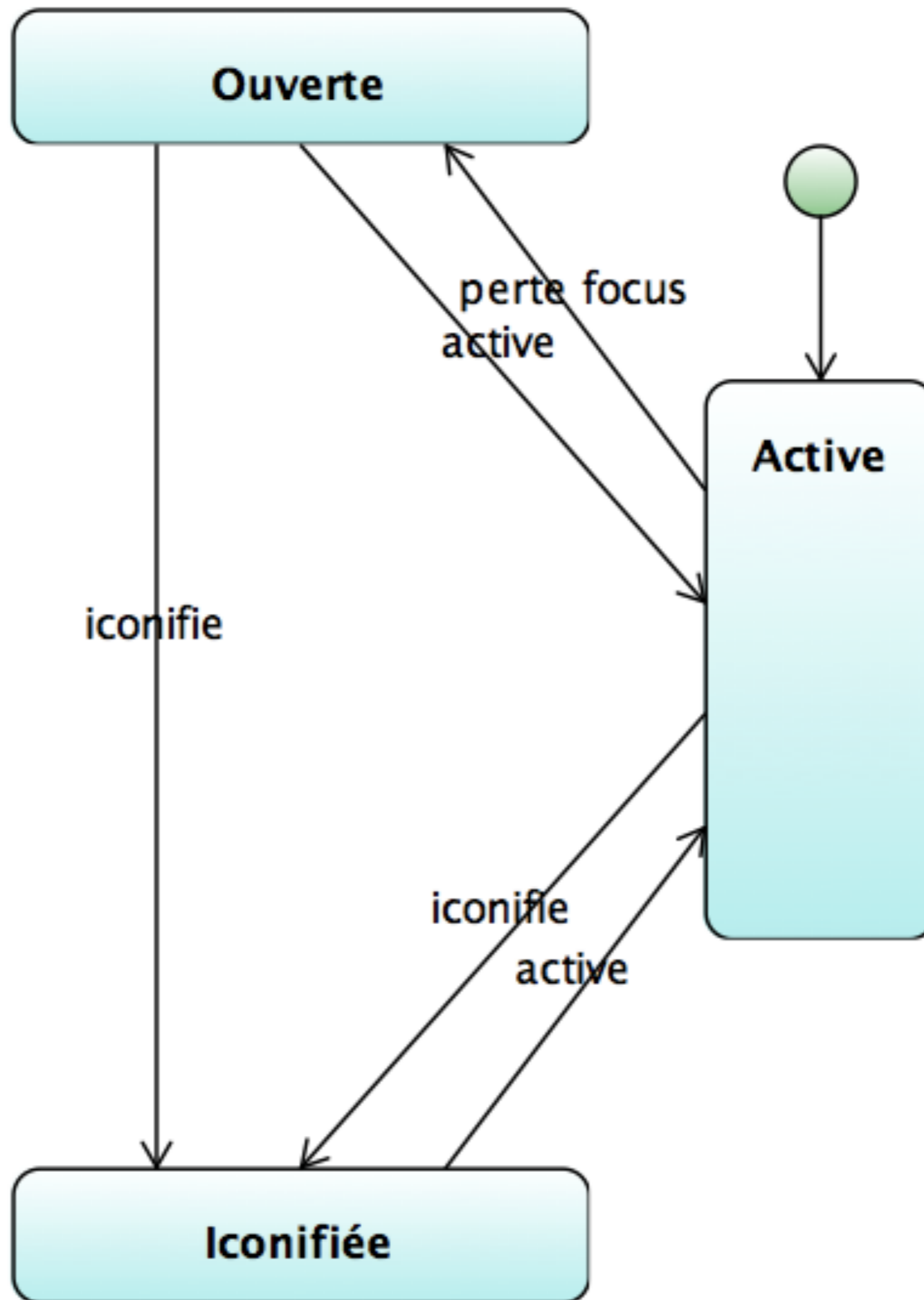
agrégat vs. composition :

- on utilise parfois la composition pour représenter un agrégat afin de simplifier la gestion du cycle de vie des composants.
- dans la réalité une molécule est un agrégat d'atomes, mais pour des raisons pratiques, dans une application, il peut être utile de définir une molécule comme la composition d'atomes (la gestion de leur cycle de vie en est alors bien simplifiée).

- L'association :
 - Il s'agit d'un simple lien établissant l'existence d'une relation sans subordination conceptuelle
 - ex : une personne est le frère d'une autre, un individu est le client d'un magasin



- **Le diagramme d'états-transitions :**
 - décrit les changements d'états d'un objet consécutifs aux interactions faites avec le système
 - un état est l'union des valeurs stables des attributs entre deux interactions
- Un tel diagramme est généralement un automate temporisé : ie. automate fini dont les transitions sont agrémentées de contraintes temporelles



- **Le diagramme de séquence :**
 - décrit des interactions entre objets d'un point de vue temporel
 - le point important est l'aspect communication

