Initiation à la programmation Java
IP2 - Séance No 4

Yan Jurski

11 février 2020

Annonce

Le tutorat d'informatique a débuté cette semaine.
N'hésitez pas à y passer pour obtenir du soutien, même rapidement

- INFORMATIQUE :
  - Lundi 12h-14h - 557C
  - Mardi 12h-14h - 548C
  - Mercredi 12h-13h30 - 538C
  - Jeudi 12h30-14h - 554C
  - Vendredi 12h-14h - 436C
- MATHEMATIQUES :
  - Lundi 16h30-18h30 - Condorcet 197 A
  - Mardi 16h30-18h30 - Sophie Germain 1002
  - Mercredi 16h30-18h30 - Olympe de Gouges 134
  - Jeudi 16h30-18h30 - Sophie Germain 09
  - Vendredi 16h30-18h30 - Sophie Germain 1012

Remarques / Constats

- Attention à ne pas vous laisser distancer, réalisez que les choses avancent rapidement .... travaillez les !
- Lors d'un remplacement en TP, j'ai pu constater qu'il y avait de l'assiduité (et c'est bien !) mais dans l'attitude l'implication était "relative" (des retards en IP1, concentration, lecture des énoncés ... et pour qqs uns, se déconnecter de son téléphone est une névrose ...)
- Profitez de la semaine de pause pour vous mettre à jour, ou vous renforcer
- Constatez que ce cours suit un cycle facile-moyen-dur et enchaîne ensuite sur une autre notion pour laquelle ce qui précède est nécessaire.

Contrôle Continu

Semaine du 24/02 - Epreuve de TD (objets, modélisation, chaînages)

Initiation à la programmation Java
IP2 - Séance No 4
Variations sur les liaisons d'objets

Yan Jurski

11 février 2020

université PARIS DIDEROT PARIS 7

Variations sur les liaisons d'objets

- les attributs (qui sont des références) tissent des interconnections, possiblement complexes entre les objets

- L'étude de ces structures va nous occuper tout le reste de l'année
  - listes chaînées (simples, doubles, circulaires, piles, files)
  - arbres binaires, avec ou sans liaison au père etc ...

Exemple 1 - Une liaison simple déjà rencontrée

fichier : Cercle.java

```
public class Cercle{
 private Point centre;
 private int rayon;
 Cercle (Point x, int d){
  this.centre=x; // référence extérieure
  this.rayon=d;
 }
}
```

- L'attribut `this.centre` établit une liaison d'un cercle vers un point
- Elle n'est pas réciproque (le point ne sait pas à qui il est lié)

Exemple 2 - Liaison avec un leader

- Des individus se choisissent un leader commun
- Celui qui est considéré comme le plus sympathique
- A leur création les individus reçoivent un capital sympathie $\in [0..100]$.
  Le leader peut changer à cette occasion
- Si un individu change de capital, il challenge le leader
- Le capital du leader ne peut pas décroitre (...disons ça...)

Exemple 2 - Liaison avec un leader

Fichier : Individu.java

```
public class Individu {
 private static Individu leader=null; // relation partagée
 private int capital;
 private final String nom;
 public Individu(String n){
  this.nom=n;
  Random r = new Random();
  this.capital = r.nextInt(101);
  challenge(); // à écrire
 }
}
```

Exemple 2 - Liaison avec un leader

Fichier : Individu.java

```
public class Individu {
 private static Individu leader=null; // relation partagée
 private int capital;
 private final String nom;
 public Individu(String n){
  this.nom=n;
  Random r = new Random();
  this.capital = r.nextInt(101);
  challenge();
 }
 public void change(int dx){
  if ((this != Individu.leader) || (dx >0) ) {
    this.capital += dx;
    challenge();
  }
 }
}
```

Fichier : Individu.java

```
public class Individu {
 private static Individu leader=null; // relation partagée
 private int capital;
 private final String nom;
 public Individu(String n){
  this.nom=n;
  Random r = new Random();
  this.capital = r.nextInt(101);
  if (Individu.leader==null) Individu.leader=this;
  else challenge();
 }
 public void change(int dx){...}
 private void challenge(){
  if (Individu.leader==null) { Individu.leader=this; return; }
  if (this.capital > Individu.leader.capital) Individu.leader = this;
 }
}
```

Fichier : Individu.java - Avec tests

```
public class Individu {
 private static Individu leader=null; // relation partagée
 private int capital;
 private final String nom;
 public Individu(String n){...}
 public void change(int dx){...}
 private void challenge(){...}

 public static void main(String [] args){
  Individu [] population = new Individu[10]; // init. 10 objets nulls
  String nom="x";
  for (i=0; i<population.length; i++){
   population[i] = new Individu(nom+i);
  }
  System.out.println(leader.nom); // pourquoi les accès sont possibles ?
  Individu john=population[5]; // peu importe
  System.out.println(john.leader.nom);
  System.out.println(leader.leader.leader.leader.nom);
 }
}
```

Exemple 3 - Liaison d'attention

- Chacun focalise librement son attention vers un autre
- Le graphe résultant est différent de celui du leader

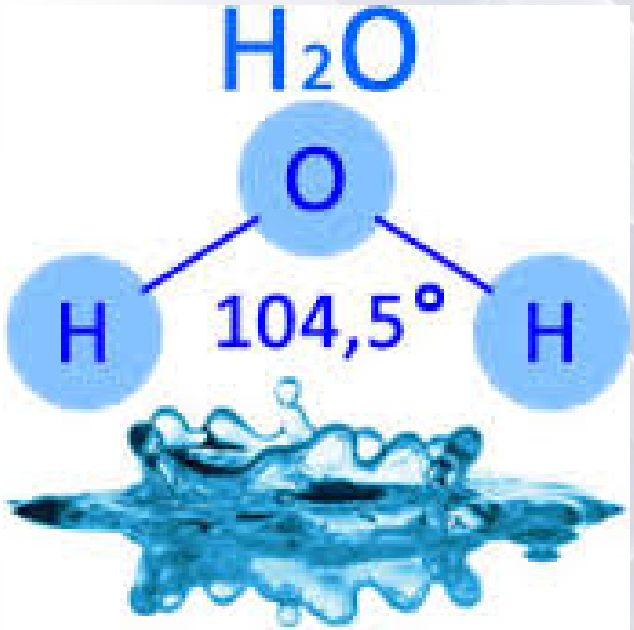
Exemple 3 - Liaison d'attention

Fichier : Individu.java

```
public class Individu {
 private Individu focus=null; // propre à chacun
 private final String nom;
 public Individu(String n){ this.nom=n; }
 public void changeFocus(Individu x){ this.focus=x; }
 public static void main(String [] args){
  Individu david=new Individu("david");
  Individu syd=new Individu("syd");
  Individu lenny=new Individu("lenny");
  david.changeFocus(syd);
  syd.changeFocus(david);
  lenny.changeFocus(david);
 }
}
```

Exemple 4 - Molécule d'eau

- chaque Hydrogène a une liaison possible
- les Oxygènes ont deux liaisons possibles



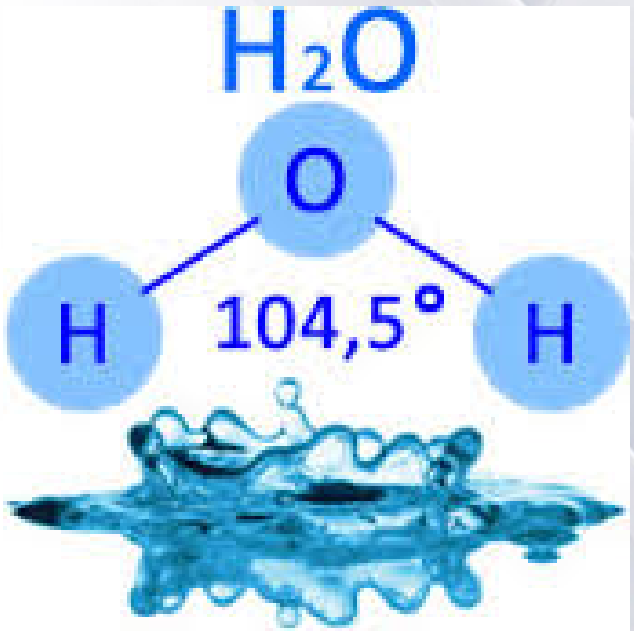
fichier : Hydrogène.java

```
public class Hydrogène {
 private Oxygène x=null; // par défaut
 Hydrogène (){} // construction par défaut
}
```

fichier : Oxygène.java

```
public class Oxygène {
 private Hydrogène h1=null, h2=null;
 private static final double angle=104,5;
 Oxygène (){}
}
```

Exemple 4 - Molécule d'eau



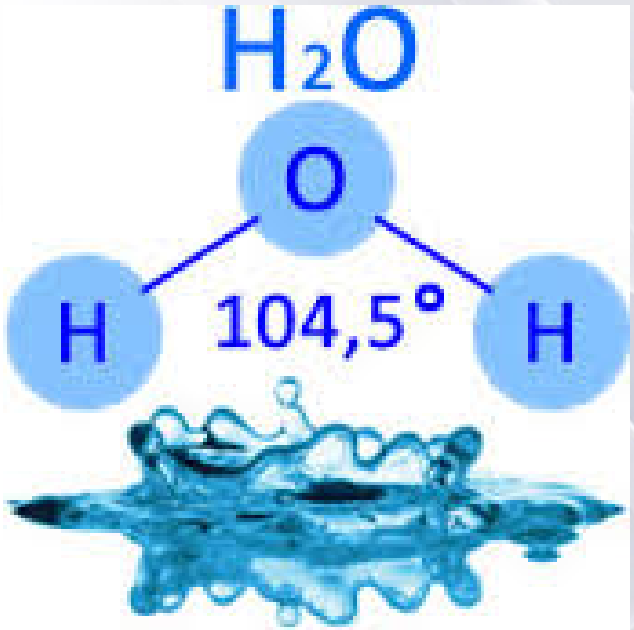
fichier : Hydrogène.java

```
public class Hydrogène {
 private Oxygène x=null; // par défaut
 Hydrogène (){} // construction par défaut
 public boolean adoptLiaison(Oxygène o){
  if (x==null) {x=o; return true;}
  return false;
 }
}
```

fichier : Oxygène.java

```
public class Oxygène {
 private Hydrogène h1=null, h2=null;
 private static final double angle=104,5;
 Oxygène (){}
 public boolean adoptLiaison(Hydrogène h){
  if (h1==null) {h1=h; return true;}
  if (h2==null) {h2=h; return true;}
 return false;
 }
}
```

Vers une généralisation



fichier : Atome.java

```
public interface Atome {
 public boolean adoptLiaison(Atome a);
}
```

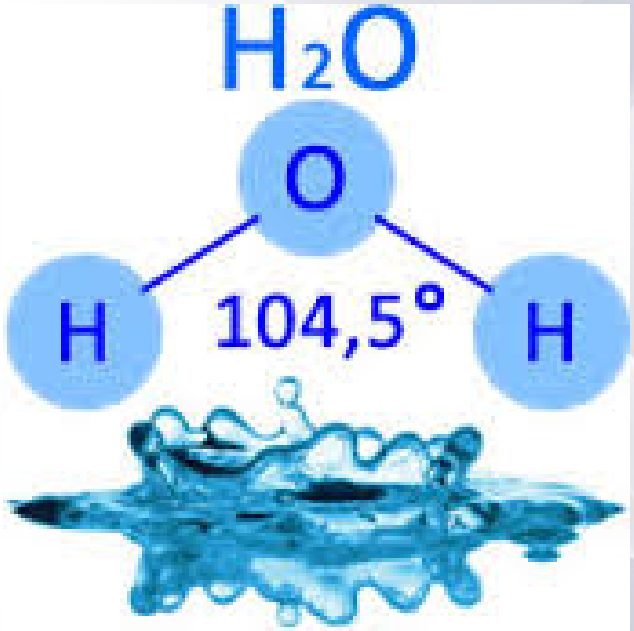
fichier : Hydrogène.java

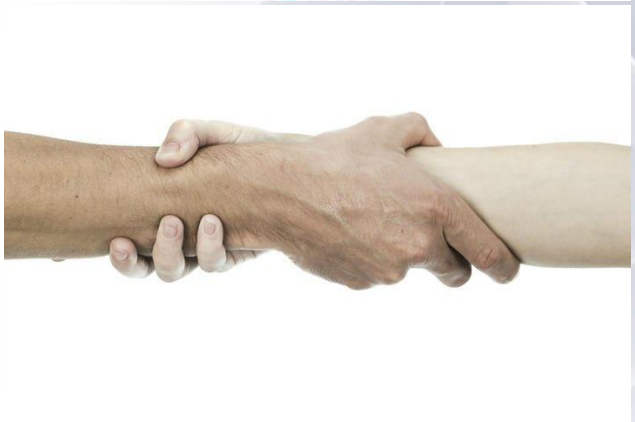
```
public class Hydrogène implements Atome {
 private Atome x=null;
 public boolean adoptLiaison(Atome a){
  if (x==null) {x=a; return true;}
  return false;
 }
}
```

fichier : Oxygène.java

```
public class Oxygène implements Atome {
 private Atome x1=null, x2=null;
 public boolean adoptLiaison(Atome a){
  if (x1==null) {x1=a; return true;}
  if (x2==null) {x2=a; return true;}
  return false;
 }
}
```

Exemple 4 - Molécule d'eau



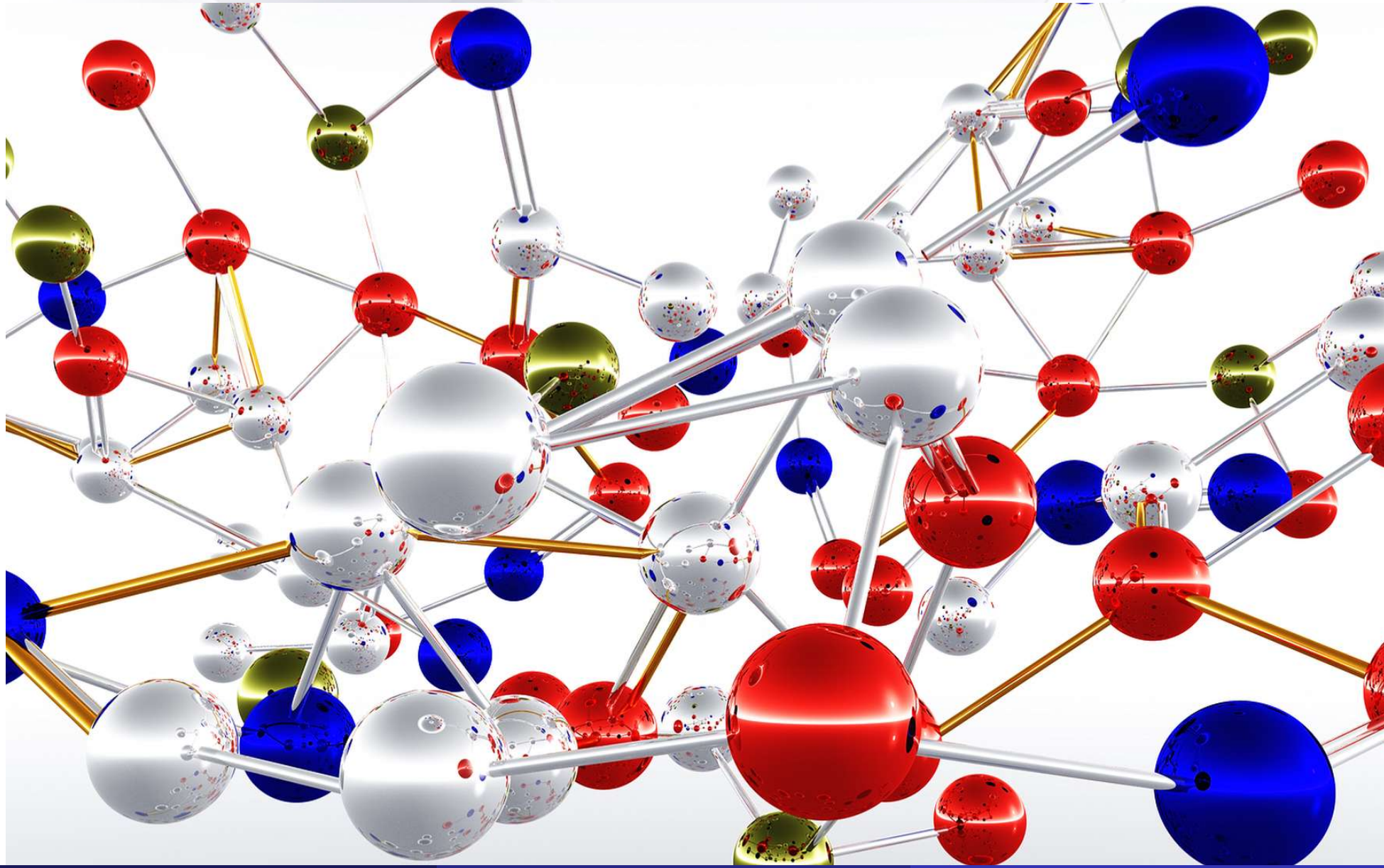


fichier : Test.java

```
public class Test {
 public static void main(String [] args){
  Atome a1=new Hydrogène();
  Atome a2=new Hydrogène();
  Atome a3=new Oxygène();
  // établissement des liaisons
  a1.adoptLiaison(a3);
  a2.adoptLiaison(a3);
  a3.adoptLiaison(a1);
  a3.adoptLiaison(a2);
 }
}
```

Exemple 4 - Molécule d'eau

On peut étendre à toutes sortes d'atomes - Analyse du réseau difficile en général



Exemple 4 - Molécule d'eau

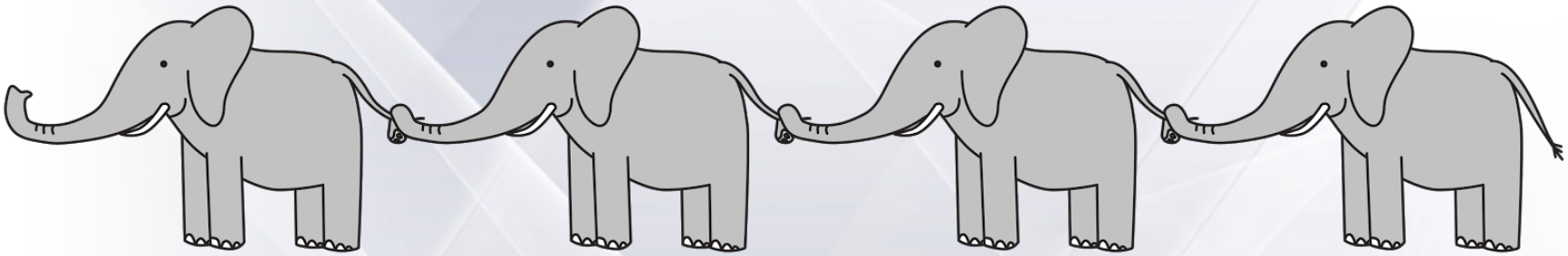
Il est très fréquent de faire des contresens !

```
public class Test {
 public static void main(String [] args){
  Atome a1=new Hydrogène();
  Atome a2=new Hydrogène();
  Atome a3=new Oxygène();
  // établissement des liaisons
  a1.adoptLiaison(a3);
  a3.adoptLiaison(a1);
  a2.adoptLiaison(a1); // oups !
  a3.adoptLiaison(a3); // sic !
 }
}
```

Sans être des erreurs de syntaxe

Abstraction et outils - Listes chaînées

Difficulté progressive, intéressantes, assez simple



Abstraction et outils

Nous implémenterons nous même un sous ensemble d'une bibliothèque Java

Fichier ListIP2.java – écrite pour des éléments de type E

```
public interface ListIP2 { // position starts at 0
 void add(E x); // Appends the element to the end
 void add(int index, E x); // Inserts the element at the position
 void clear(); // Removes all of the elements from this list
 boolean contains(E x); // Returns true if the list contains the element
 E get(int index); // Returns the element at the specified position
 int indexOf(E x); // Returns the index of the first occurrence of the
     element, or -1 if not there
 boolean isEmpty(); // Returns true if this list contains no elements
 int lastIndexOf(E x); // see indexOf
 E  remove(int index); // Removes the element at the specified position
 boolean remove(E x); // Removes the first occurrence of the element
 E set(int index, E x); // Replaces the element at a position
 int size(); // Returns the number of elements in this list
}
```

Distinction du tout, du liant, et du contenu

Exemples :

- le troupeau, la trompe, l'éléphant
- le groupe, les mains, l'individu
- le train, l'attelage, le wagon
- le système de canalisation, les pièces de raccords, le tuyau

Distinctions sémantiques :

- Le tout
  - peut être vide
  - il détermine un point d'entrée
- Le liant peut être
  - mono directionnel
  - multi directionnel
- Le contenu est secondaire du point de vue de la structure générale

Distinction du tout, du liant, et du contenu

Exemples :

- le troupeau, la trompe, l'éléphant
- le groupe, les mains, l'individu
- le train, l'attelage, le wagon
- le système de canalisation, les pièces de raccords, le tuyau

Distinctions sémantiques :

- Le tout ⇒ une classe MaListe implements ListIP2
  - peut être vide
  - il détermine un point d'entrée ⇒ dans le cas des éléphants : à droite
- Le liant peut être ⇒ une classe Cellule
  - mono directionnel
  - multi directionnel
- Le contenu est secondaire du point de vue de la structure générale ⇒ une quelconque classe E

Modèle à 3 classes

Fichier E.java - le contenu

```
public class E{
// peu importe
}
```

Fichier Cellule.java - rôle auxiliaire, précise la nature des liaisons

```
public class Cellule{
 private E content;
 private Cellule next;
}
```

Fichier MaList.java

```
public class MaList implements ListIP2{
 private Cellule first;
}
```

Abstraction et outils

Fichier ListIP2.java – Ecrite pour des éléments de type E

```
public interface ListIP2 { // position starts at 0
 void add(E x); // Appends the element to the end
 void add(int index, E x); // Inserts the element at the position
 void clear(); // Removes all of the elements from this list
 boolean contains(E x); // Returns true if the list contains the element
 E get(int index); // Returns the element at the specified position
 int indexOf(E x); // Returns the index of the first occurrence of the
     element, or -1 if not there
 boolean isEmpty(); // Returns true if this list contains no elements
 int lastIndexOf(E x); // see indexOf
 E remove(int index); // Removes the element at the specified position
 boolean remove(E x); // Removes the first occurrence of the element
 E set(int index, E x); // Replaces the element at a position
 int size(); // Returns the number of elements in this list
}
```

Fichier MaList.java

```
public class MaList implements ListIP2{
 private Cellule first;
 public MaList(){
  this.first=null;
 }
 public boolean isEmpty() {
  return ( this.first==null );
 }
}
```

Fichier Cellule.java - rôle auxiliaire, précise la nature des liaisons

```
public class Cellule{
 private E content;
 private Cellule next;
}
```

Abstraction et outils

Fichier ListIP2.java – Ecrite pour des éléments de type E

```
public interface ListIP2 { // position starts at 0
 void add(E x); // Appends the element to the end
 void add(int index, E x); // Inserts the element at the position
 void clear(); // Removes all of the elements from this list
 boolean contains(E x); // Returns true if the list contains the element
 E get(int index); // Returns the element at the specified position
 int indexOf(E x); // Returns the index of the first occurrence of the
     element, or -1 if not there
 int lastIndexOf(E x); // see indexOf
 E remove(int index); // Removes the element at the specified position
 boolean remove(E x); // Removes the first occurrence of the element
 E set(int index, E x); // Replaces the element at a position
 int size(); // Returns the number of elements in this list
 ...
}
```

Fichier MaList.java

```
public class MaList implements ListIP2{
 private Cellule first;
 public ListIP2(){
  this.first=null;
 }
 public boolean isEmpty() {
  return ( this.first==null );
 }
 public void clear() {
  this.first=null;
 }
}
```

Fichier Cellule.java - rôle auxiliaire, précise la nature des liaisons

```
public class Cellule{
 private E content;
 private Cellule next;
}
```

Abstraction et outils

Fichier ListIP2.java – Ecrite pour des éléments de type E

```
public interface ListIP2 { // position starts at 0
 void add(E x); // Appends the element to the end
 void add(int index, E x); // Inserts the element at the position
 boolean contains(E x); // Returns true if the list contains the element
 E get(int index); // Returns the element at the specified position
 int indexOf(E x); // Returns the index of the first occurrence of the
     element, or -1 if not there
 int lastIndexOf(E x); // see indexOf
 E remove(int index); // Removes the element at the specified position
 boolean remove(E x); // Removes the first occurrence of the element
 E set(int index, E x); // Replaces the element at a position
 int size(); // Returns the number of elements in this list
 ...
}
```

Fichier MaList.java

```
public class MaList implements ListIP2{
 private Cellule first;
 ...
 public void add(E x){ // ajoute en fin
  if (this.isEmpty()) first=new Cellule(x);
  else first.add(x); // Déléguer = responsabiliser
 } // par convenance on a utilisé le même nom add dans MaList et Cellule
}
```

Fichier Cellule.java

```
public class Cellule{
 private E content;
 private Cellule next;
 public Cellule(E x){
  this.content=x;
  next=null;
 }
 public void add(E x){
  Cellule tmp=this;
  while(tmp.next != null) tmp=tmp.next;
  tmp.next=new Cellule(x);
 }
}
```

Fichier MaList.java

```
public class MaList implements ListIP2{
 private Cellule first;
 ...
 public void add(E x){ // ajoute en fin
  if (this.isEmpty()) first=new Cellule(x);
  else first.add(x); // Déléguer = responsabiliser
 } // par convenance on a utilisé le même nom add dans MaList et Cellule
}
```

Fichier Cellule.java

```
public class Cellule{
 private E content;
 private Cellule next;
 public Cellule(E x){
  this.content=x;
  next=null;
 }
 public void add(E x){
  Cellule tmp=this; // attention à bien vous représenter ce que font
  while(tmp.next != null) tmp=tmp.next; // ces quelques lignes
  tmp.next=new Cellule(x);
 }
}
```

Abstraction et outils

Fichier ListIP2.java – Ecrite pour des éléments de type E

```
public interface ListIP2 { // position starts at 0
 void add(int index, E x); // Inserts the element at the position
 boolean contains(E x); // Returns true if the list contains the element
 E get(int index); // Returns the element at the specified position
 int indexOf(E x); // Returns the index of the first occurrence of the
     element, or -1 if not there
 int lastIndexOf(E x); // see indexOf
 E remove(int index); // Removes the element at the specified position
 boolean remove(E x); // Removes the first occurrence of the element
 E set(int index, E x); // Replaces the element at a position
 int size(); // Returns the number of elements in this list
 ...
}
```

Fichier MaList.java

```
public class MaList implements ListIP2{
 private Cellule first;
 public boolean contains(E x){
  if (this.isEmpty()) return false;
  else return first.contains(x); // on responsabilise !
 }
 ...
}
```

Fichier Cellule.java

```
public class Cellule{
 private E content;
 private Cellule next;
 ...
 public boolean contains(E x){
  Cellule tmp = this;
  while ( (tmp != null) && (tmp.content != x ) ) { // ordre des tests !
   tmp=tmp.next;
  }
  if (tmp==null) return false; // ordre des tests !
  return true; // par déduction
 }
}
```

Abstraction et outils

Fichier ListIP2.java – Ecrite pour des éléments de type E

```
public interface ListIP2 { // position starts at 0
 void add(int index, E x); // Inserts the element at the position
 E get(int index); // Returns the element at the specified position
 int indexOf(E x); // Returns the index of the first occurrence of the
     element, or -1 if not there
 int lastIndexOf(E x); // see indexOf
 E remove(int index); // Removes the element at the specified position
 boolean remove(E x); // Removes the first occurrence of the element
 E set(int index, E x); // Replaces the element at a position
 int size(); // Returns the number of elements in this list
 ...
}
```

Fichier MaList.java

```
public class MaList implements ListIP2{
 private Cellule first;
 ...
 public E get(int index){
  if ( this.isEmpty() || index < 0 ) return null;
  else return first.get(index); // on responsabilise
 }
}
```

Fichier Cellule.java

```
public class Cellule{
 private E content;
 private Cellule next;
 ...
 public E get(int index){ // les index commencent à 0
  Cellule tmp = this;
  while ( (index!=0) && (tmp!=null)) {
   tmp=tmp.next;
   index--;
  }
  if (tmp==null) return null;
  return tmp.content;
 }
```

Abstraction et outils

Fichier ListIP2.java – Ecrite pour des éléments de type E

```
public interface ListIP2 { // position starts at 0
 void add(int index, E x); // Inserts the element at the position
 int indexOf(E x); // Returns the index of the first occurrence of the
     element, or -1 if not there
 int lastIndexOf(E x); // see indexOf
 E remove(int index); // Removes the element at the specified position
 boolean remove(E x); // Removes the first occurrence of the element
 E set(int index, E x); // Replaces the element at a position
 int size(); // Returns the number of elements in this list
 ...
}
```

Fichier MaList.java

```
public class MaList implements ListIP2{
 private Cellule first;
 public int indexOf(E x){
  if (this.isEmpty()) return -1;
  else return first.indexOf(x); // on responsabilise
 }
}
```

Fichier Cellule.java

```
public class Cellule{
 private E content;
 private Cellule next;
 public int indexOf(E x){
  int rep=0;
  Cellule tmp = this;
  while ( (tmp != null) && (tmp.content != x) ){
   tmp=tmp.next;
   rep++;
  }
  if (tmp==null) return -1;
  else return rep;
 }
}
```

Abstraction et outils

Fichier ListIP2.java – Ecrite pour des éléments de type E

```
public interface ListIP2 { // position starts at 0
 void add(int index, E x); // Inserts the element at the position
 int lastIndexOf(E x); // see indexOf
 E remove(int index); // Removes the element at the specified position
 boolean remove(E x); // Removes the first occurrence of the element
 E set(int index, E x); // Replaces the element at a position
 int size(); // Returns the number of elements in this list
 ...
}
```

Fichier MaList.java

```
public class MaList implements ListIP2{
 private Cellule first;
 public int size(){
  if (this.isEmpty()) return 0;
  else return first.size(); // on responsabilise
 }
}
```

Fichier Cellule.java

```
public class Cellule{
 private E content;
 private Cellule next;
 public int size(){
  int rep=0;
  Cellule tmp=this;
  while ( tmp != null ){
   tmp=tmp.next;
   rep++;
  }
  return rep;
 }
}
```

Abstraction et outils

Fichier ListIP2.java – Ecrite pour des éléments de type E

```
public interface ListIP2 { // position starts at 0
 void add(int index, E x); // Inserts the element at the position
 int lastIndexOf(E x); // see indexOf
 E remove(int index); // Removes the element at the specified position
 boolean remove(E x); // Removes the first occurrence of the element
 E set(int index, E x); // Replaces the element at a position. Returns
     the old value if done, or null otherwise
 ...
}
```

Fichier MaList.java

```
public class MaList implements ListIP2{
 private Cellule first;
 public E set(int index, E x){
  if (this.isEmpty() || index <0 ) return null; // aucun remplacement
  else return first.set(index,x); // on responsabilise
 }
}
```

Fichier Cellule.java

```
public class Cellule{
 private E content;
 private Cellule next;
 public E set(index, E x){
  Cellule tmp=this;
  while ( (tmp != null) && (index!=0) ){
   tmp=tmp.next;
   index--;;
  }
  if (tmp==null) return null;
  E old=tmp.content;
  tmp.content=x;
  return old;
 }
```

Abstraction et outils

Fichier ListIP2.java – Ecrite pour des éléments de type E

```
public interface ListIP2 { // position starts at 0
 void add(int index, E x); // Inserts the element at the position
 int lastIndexOf(E x); // see indexOf
 E remove(int index); // Removes the element at the specified position
 boolean remove(E x); // Removes the first occurrence of the element
 ...
}
```

Fichier MaList.java

```
public class MaList implements ListIP2{
 private Cellule first;
 public int lastIndexOf(E x){
  if (this.isEmpty()) return -1;
  return first.lastIndexOf(E x);
 }
}
```

Fichier Cellule.java

```
public class Cellule{
 private E content;
 private Cellule next;
 public int lastIndexOf(E x){
  int rep=-1;
  int i=0;
  Cellule tmp=this;
  while (tmp !=null){
      if (tmp.content==x) rep=i;
      tmp=tmp.next;
      i++;
  }
  return rep;
 }
```

Abstraction et outils

Fichier ListIP2.java – Ecrite pour des éléments de type E

```
public interface ListIP2 { // position starts at 0
 void add(int index, E x); // Inserts the element at the position
 E remove(int index); // Removes the element at the specified position
 boolean remove(E x); // Removes the first occurrence of the element
 ...
}
```

Les difficultés commencent

Fichier MaList.java

```
public class MaList implements ListIP2{
 private Cellule first;
 public void add(int index, E x){
  if (index == 0) first=new Cellule(x,first); // nouveau constructeur
  else if (this.isEmpty()) // ??? faut il remettre en cause le void ?
  // on va choisir d'être robuste : d'interpréter les cas impossibles
  else
  // à compléter
 }
}
```

Fichier Cellule.java

```
public class Cellule{
 private E content;
 private Cellule next;
 public Cellule(E e){ content=e; next=null; }
 public Cellule(E e, Cellule c){
  this.content=e;
  this.next=c;
 }
}
```

Fichier MaList.java

```
public class MaList implements ListIP2{
 private Cellule first;
 public void add(int index, E x){
  if (index == 0) first=new Cellule(x,first); // nouveau constructeur
  else if (this.isEmpty()) first=new Cellule(x);
  // on va choisir d'être robuste : d'interpréter les cas impossibles
  else
  // à compléter
 }
}
```

Fichier Cellule.java

```
public class Cellule{
 private E content;
 private Cellule next;
 public Cellule(E e){ content=e; next=null; }
 public Cellule(E e, Cellule c){
  this.content=e;
  this.next=c;
 }
}
```

Fichier MaList.java

```
public class MaList implements ListIP2{
 private Cellule first;
 public void add(int index, E x){
  if (index == 0) first=new Cellule(x,first); // nouveau constructeur
  else if (isEmpty()) first=new Cellule(x,null); // c'est équivalent
  // on va choisir d'être robuste : d'interpréter les cas impossibles
  else
  // à compléter
 }
}
```

Fichier Cellule.java

```
public class Cellule{
 private E content;
 private Cellule next;
 public Cellule(E e){ content=e; next=null; }
 public Cellule(E e, Cellule c){
  this.content=e;
  this.next=c;
 }
}
```

Fichier MaList.java

```
public class MaList implements ListIP2{
 private Cellule first;
 public void add(int index, E x){
  if (index == 0) first=new Cellule(x,first); // nouveau constructeur
  else if (isEmpty()) first=new Cellule(x,first);// c'est équivalent
  // on va choisir d'être robuste : d'interpréter les cas impossibles
  else
  // à compléter
 }
}
```

Fichier Cellule.java

```
public class Cellule{
 private E content;
 private Cellule next;
 public Cellule(E e){ content=e; next=null; }
 public Cellule(E e, Cellule c){
  this.content=e;
  this.next=c;
 }
}
```

Fichier MaList.java

```
public class MaList implements ListIP2{
 private Cellule first;
 public void add(int index, E x){
  if ( (index == 0) || (first == null) ) first=new Cellule(x,first);
  // robustesse : cas des index négatifs ?
  else
  // à compléter
 }
}
```

Fichier Cellule.java

```
public class Cellule{
 private E content;
 private Cellule next;
 public Cellule(E e, Cellule c){
  this.content=e;
  this.next=c;
 }
}
```

Fichier MaList.java

```
public class MaList implements ListIP2{
 private Cellule first;
 public void add(int index, E x){
  if ( (index <= 0) || (first == null) ) first=new Cellule(x,first);
  else
  // à compléter
 }
}
```

Fichier Cellule.java

```
public class Cellule{
 private E content;
 private Cellule next;
 public Cellule(E e, Cellule c){
  this.content=e;
  this.next=c;
 }
}
```

Fichier MaList.java

```
public class MaList implements ListIP2{
 public void add(int index, E x){
  if ( (index <= 0) || (first == null) ) first=new Cellule(x,first);
  else first.add(index,x); // avec index >=1
 }
}
```

Fichier Cellule.java

```
public class Cellule{
 private E content;
 private Cellule next;
 public Cellule(E e, Cellule c){
  this.content=e;
  this.next=c;
 }
 public void add(int index, E x){ // précondition : index est >=1
  Cellule tmp=x;
  while ( (index !=1 ) && (tmp.next!=null) ){
   tmp=tmp.next; index--;
  } // tmp n'est jamais null !
  tmp.next=new Cellule(x,tmp.next); // capture bien tous les cas
 }
}
```

Abstraction et outils

Fichier ListIP2.java – Ecrite pour des éléments de type E

```
public interface ListIP2 { // position starts at 0
 E remove(int index); // Removes the element at the specified position
 boolean remove(E x); // Removes the first occurrence of the element
 ...
}
```

- La cellule précédente est concernée
- Et `first` peut changer

Fichier MaList.java

```
public class MaList implements ListIP2{
 private Cellule first;
 public E remove(int index){
  if (this.isEmpty() || index<0) return null;
  if (index==0) {
   Cellule old_first = first;
   first=first.getNext(); // accesseur nécessaire
   return old_first.getContent(); // accesseur nécessaire
  }
  else return first.remove(index);
  // l'état de la mémoire est alors interessant, liaison perdue ?
}
```

Fichier Cellule.java

```
public class Cellule{
 private E content;
 private Cellule next;
 public Cellule getNext(){ return this.next; }
 public E getContent(){ return this.content; }
 ...
}
```

Fichier Cellule.java

```
public class Cellule{
 public Cellule getNext(){ return this.next; }
 public E getContent(){ return this.content; }
 public Cellule remove(int index) { // ici index >=1
  Cellule tmp=this;
  while (index != 1 && tmp.next!=null){ // on cherche celui d'avant
   tmp=tmp.next;
   index--;
  }
  if (tmp.next==null) return null;
  else {
   Cellule old=tmp.next;
   tmp.next=old.next;
   return old.content;
   // état de la mémoire, que devient old ? (mecanisme nettoyage java)
  }
 }
}
```

Abstraction et outils

Fichier ListIP2.java – Ecrite pour des éléments de type E

```
public interface ListIP2 { // position starts at 0
 boolean remove(E x); // Removes the first occurrence of the element
 ...
}
```

- La cellule précédente est concernée
- Pensez que `first` peut changer
- Laissé en exercice ...

Attention : semaine de la rentrée récursion ... contrôle de TD ...