Technologies Web
(JavaScript)

DA/IA2

Henallux

Module 4
Prototypes et constructeurs

Objets et « niveaux »

Pour faciliter l'approche des objets en JS, on peut découper les concepts en plusieurs niveaux :

- Niveau 1 : les **objets**
  - Objet = tableau associatif dynamique
- Niveau 2 : les **prototypes**
  - Prototype = objet où on stocke des propriétés communes à plusieurs objets
- Niveau 3 : les **constructeurs**
  - Constructeur = fonction qui crée des objets selon un « moule »
- Niveau 4 : l'**héritage**, ancienne méthode
  - Assez complexe… mécanique « de bas niveau »
- Niveau 5 : la nouvelle **syntaxe** (ES6)
  - Syntaxe qui « cache » la mécanique se trouvant « sous le capot »

Au programme

- **Les objets en JavaScript**
  - Rappels ; pourquoi en vouloir plus ?
- **Les prototypes**
  - Qu'est-ce qu'un prototype ?
  - Comment définir et utiliser un prototype *manuellement* ?
- **Les fonctions constructrices**
  - Gestion *automatique* des prototypes
- **Au final, l'orienté en JavaScript… comment ?**
  - Le point jusqu'ici…

Les objets en JavaScript

Au programme de ce chapitre...

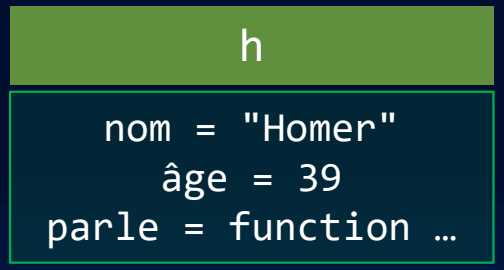
- **Rappels**
- **Pourquoi en vouloir plus ?**
  - *Introduction aux prototypes*

Ensuite : *Les prototypes*

Rappels

- En JavaScript, un **objet** = un **tableau associatif**.
  - **Propriétés** = associations clef/valeur
  - Méthodes = propriétés dont la valeur est une fonction
  - Attributs = les autres propriétés

```
let h = {
  nom : "Homer",
  âge : 39,
  parle (msg) { console.log("Doh! " + msg); }
};
```



undefined si la propriété n'existe pas

- Les objets sont **dynamiques** : on peut…
  - lire/modifier la valeur d'une propriété (`h.nom`, `h["nom"]`)
  - mais aussi ajouter/supprimer une propriété

Rappels

Quelques bouts de code utiles

- Pour tester si un objet possède une propriété :

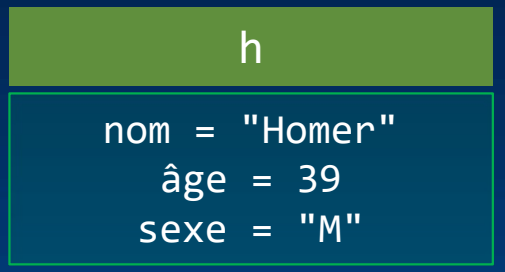
```
"nom" in h
```

- Pour parcourir les noms de propriétés d'un objet :

```
for (let nomProp in h) { … h[nomProp] … }
```

- Définir un objet à partir de variables garnies :

```
let nom = "Homer";
let âge = 39;
let h = { nom, age, sexe : "M" };
```



Pourquoi des prototypes ?

- Des objets pour des personnages…

```
let perso1 = { nom: "Hercule", classe: "guerrier", pv: 21 };
let perso2 = { nom: "Robin", classe: "archer", pv: 16 };
let perso3 = { nom: "Gandalf", classe: "magicien", pv: 12 };
```

perso1	perso2	perso3
nom = "Hercule" classe = "guerrier" pv = 21	nom = "Robin" classe = "archer" pv = 16	nom = "Gandalf" classe = "mage" pv = 12

- On veut une méthode qui présente un personnage :
  Hercule (guerrier) a 21 point(s) de vie.

- Que faire ?

Pourquoi des prototypes ?

- On veut une méthode qui présente un personnage. Que faire ?
  Hercule (guerrier) a 21 point(s) de vie.

- Solution 1 (mauvaise) : ajouter une méthode à chaque objet

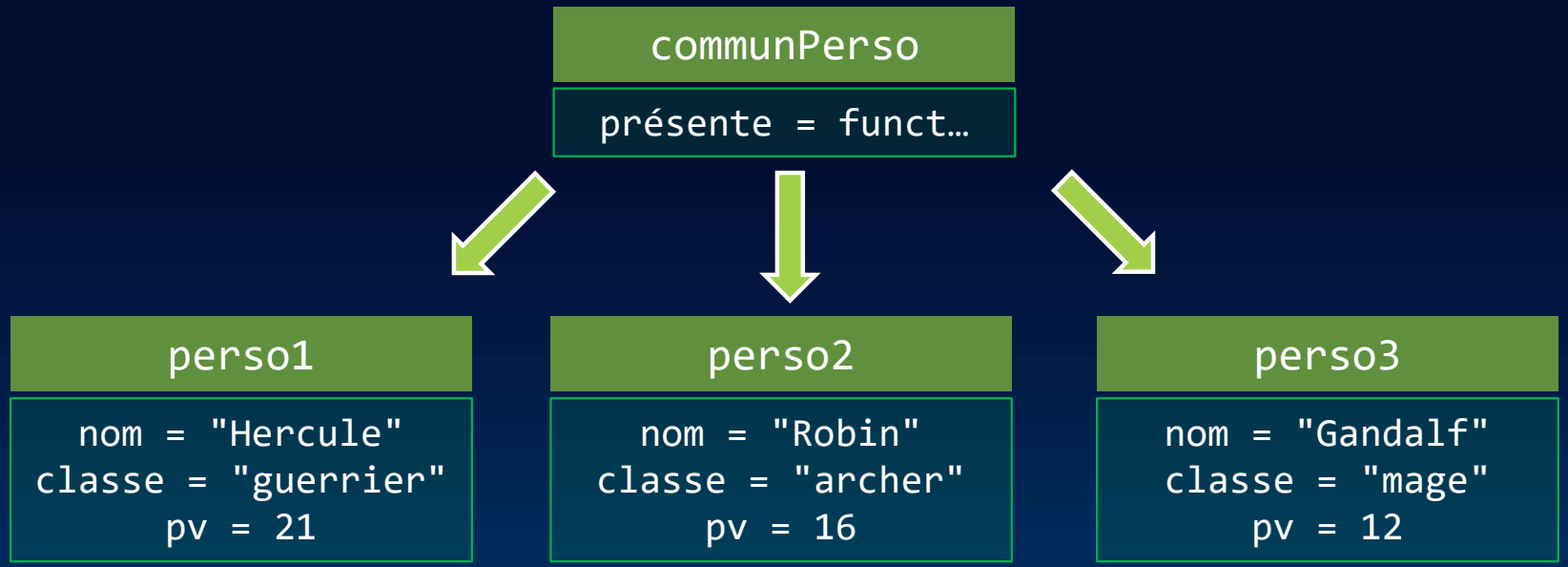
```
let perso1 = { nom: "Hercule", classe: "guerrier", pv: 21,
  présente() {
    console.log(`${this.nom} (${this.classe}) a ${this.pv} pv.`);
  }
};
let perso2 = …
let perso3 = …
```

à ajouter dans chacun des objets

perso1	perso2	perso3
nom = "Hercule" classe = "guerrier" pv = 21 présente = funct…	nom = "Robin" classe = "archer" pv = 16 présente = funct…	nom = "Gandalf" classe = "mage" pv = 12 présente = funct…

Pourquoi des prototypes ?

- Solution 2 (meilleure) : placer la méthode dans un objet à part et dire que tous les personnages en « héritent ».



- Cet objet = le **prototype** de perso1, perso2 et perso3.

Les prototypes

Au programme de ce chapitre...

- **Gestion "manuelle" d'un prototype**
  - *Créer un prototype*
  - *Créer des objets qui en "héritent"*
- **La mécanique des prototypes**
  - *L'étrange propriété __proto__*
  - *La chaîne des prototypes*

Ensuite : *Les fonctions constructrices*

Utiliser des prototypes

- Comment **créer un prototype** ?
  - Un prototype est un objet comme un autre…
    c'est juste qu'on l'utilise différemment.

```
let monProto = { … }; // via un littéral

monProto.agit = function (…) { … };
                    // ajouter une propriété
```

- Comment **créer un objet « héritant » d'un prototype** ?

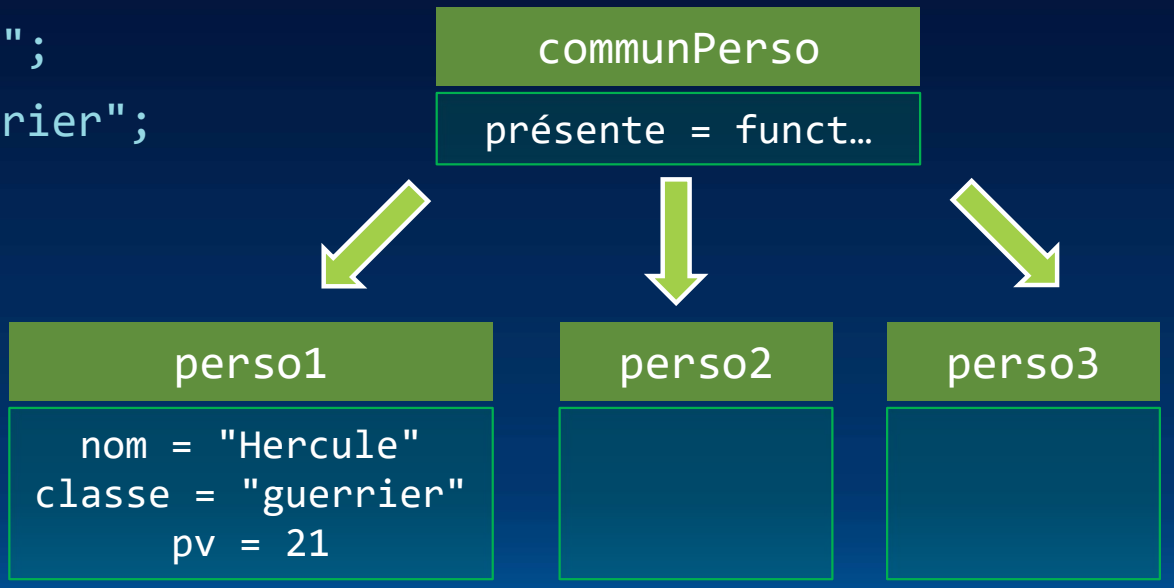
```
let monObjet = Object.create(monProto);
       // puis ajouter des propriétés
```

Utiliser des prototypes


```
let communPerso = {
  présente() {
    console.log(`${this.nom} (${this.classe}) a ${this.pv} pv.`);
  }
};

let perso1 = Object.create(communPerso);
perso1.nom = "Hercule";
perso1.classe = "guerrier";
perso1.pv = 21;

perso1.présente();
```

Hercule (guerrier) a 21 pv.

Object.create permet de créer un objet avec un prototype donné.

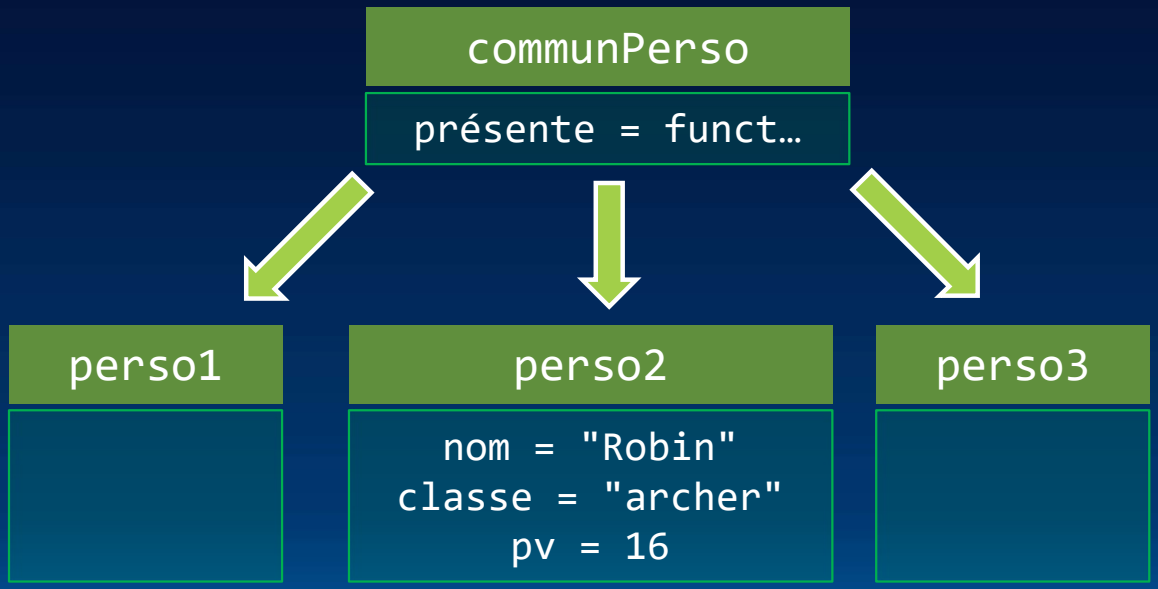


Utiliser des prototypes


```
let perso2 = { nom: "Robin", classe: "archer", pv: 16 };
Object.setPrototypeOf(perso2, communPerso);

perso2.présente();
```

Robin (archer) a 16 pv.

Object.setPrototypeOf permet de modifier le prototype d'un objet déjà créé.

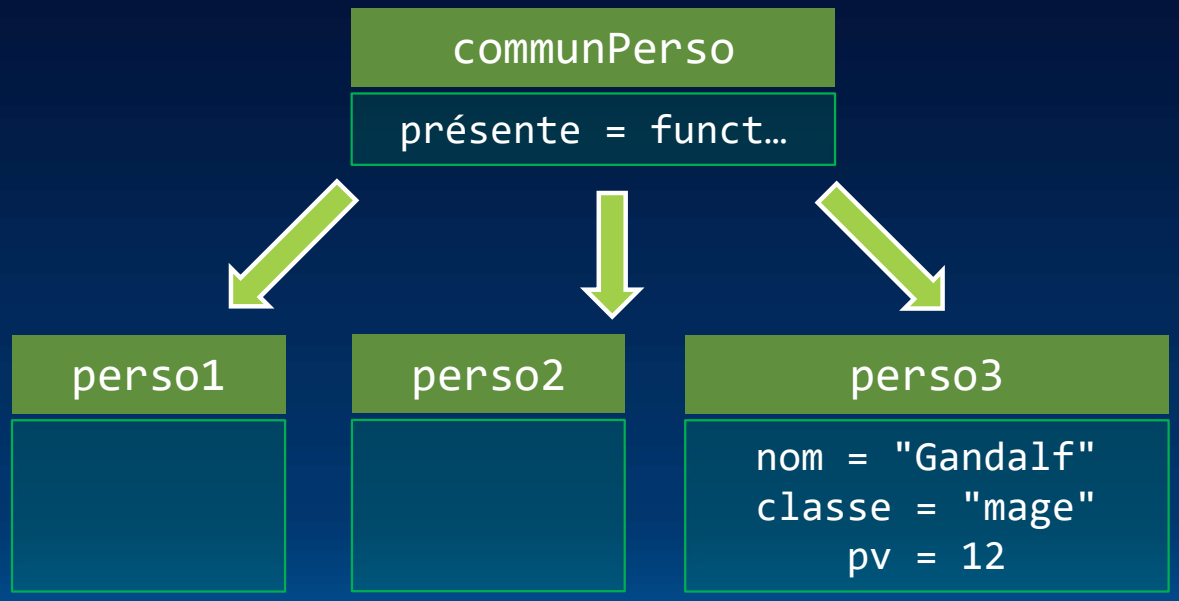


Utiliser des prototypes


```
let perso3 = Object.create(communPerso);
Object.assign(perso3,
  { nom: "Gandalf", classe: "mage", pv: 12 }
);

perso3.présente();
```

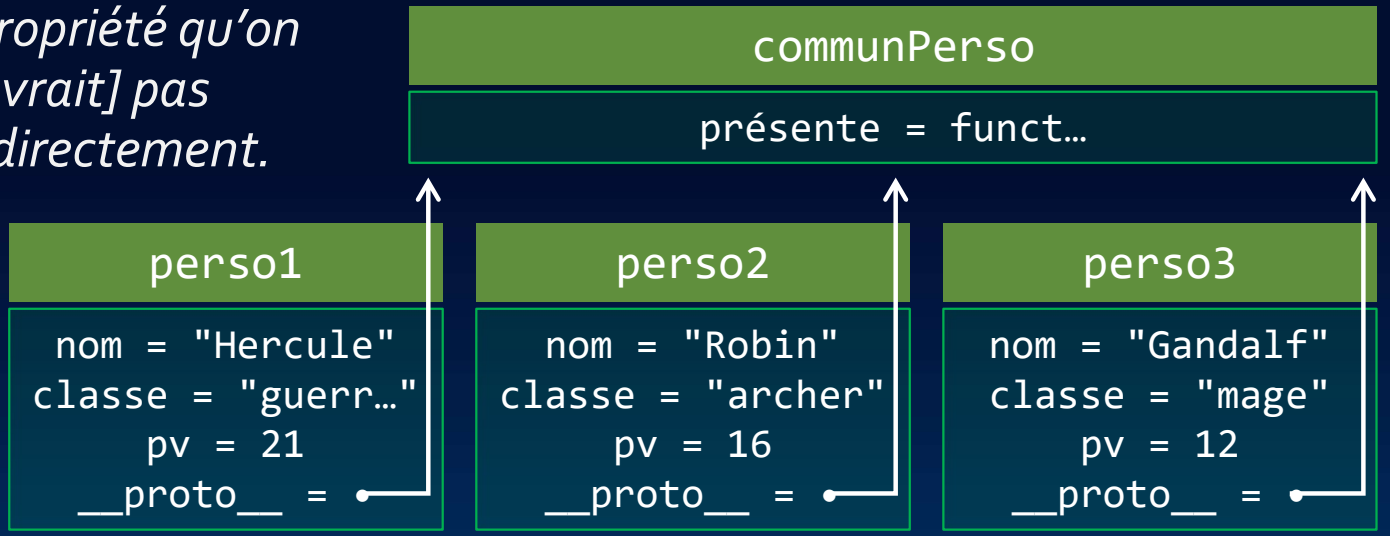
Gandalf (mage) a 12 pv.

Object.assign permet d'ajouter plusieurs propriétés à un objet existant (écrase les propriétés existantes en cas de conflit !)



Mécanique des prototypes

- **Comment JavaScript gère-t-il les prototypes** en interne ?
  - JavaScript utilise unepropriété appelée `[[proto]]` ou `__proto__` (« dunder-proto ») dont la valeur est une référence vers le prototype.
  - *C'est une propriété qu'on ne peut [devrait] pas manipuler directement.*



Sur Firefox :

```
» perso1
← ▼ Object { nom: "Hercule", classe: "guerrier", pv: 21 }
      classe: "guerrier"
      nom: "Hercule"
      pv: 21
    ▶ <prototype>: Object { presente: presente() }
```

Mécanique des prototypes

- Quand on tente d'accéder à une propriété `obj.prop` *(attribut ou méthode)* **en lecture** :

  1. on cherche la propriété dans l'objet…
  2. si on ne la trouve pas, on visite le prototype `obj.__proto__` on cherche la propriété dans ce nouvel objet
  3. et ainsi de suite en remontant « la **chaîne des prototypes** »

- **Attention !**
  Quand on tente d'accéder à une propriété `obj.prop` *(attribut ou méthode)* **en écriture** :

  1. on modifie/ajoute la propriété dans l'objet !

Mécanique des prototypes

- Les propriétés de l'objet-prototype sont donc **partagées par tous ses descendants**.

- Deux conséquences :

  - On peut y placer les **éléments communs** à tous les objets d'une même "famille". Par exemple :
    - Méthodes (pour éviter de répéter le même code dans chaque objet)
    - Attributs partagés (similaires aux attributs static de Java).

  - Si on **modifie le prototype**, on affecte tous ses héritiers : on peut
    - modifier une propriété commune.
    - ajouter/supprimer une propriété commune.

Mécanique des prototypes

- Quelques **bouts de code utiles**
  - `let nvObjet = Object.create(proto);`
    pour créer un nouvel objet avec un prototype donné
  - `Object.setPrototypeOf(obj, proto);`
    pour changer le prototype d'un objet donné
  - `Object.getPrototypeOf(o)`
    pour obtenir le prototype d'un objet
  - `obj1.isPrototypeOf(obj2)`
    indique (booléen) si obj1 est un prototype (direct ou "à plusieurs générations de distance") de obj2
  - `Object.assign(obj, obj2)`
    met à jour obj1 avec les propriétés de obj2 (ajoute/remplace)
    exemple : `Object.assign(nvObjet, { val: 1, type: "carré" });`

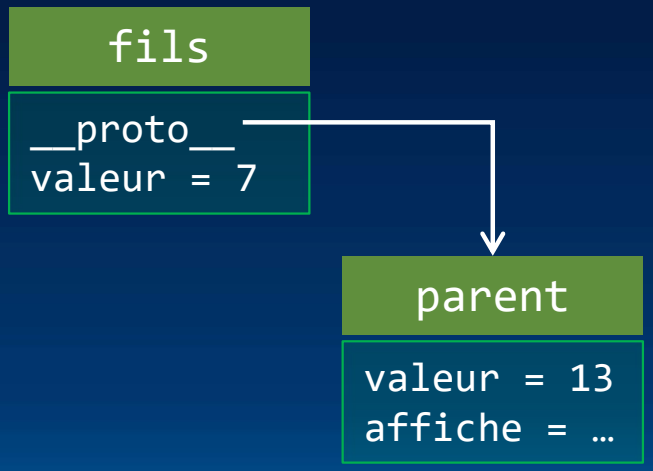
Prototypes : exemples (1/4)

- Exercice 1 : que va-t-il afficher ?

```
let parent = {};
parent.valeur = 13;
parent.affiche = function () { alert(this.valeur); }

let fils = Object.create(parent);

parent.affiche();
fils.affiche();

fils.valeur = 7;
fils.affiche();
parent.affiche();
```

Affichage

13
13
7
13



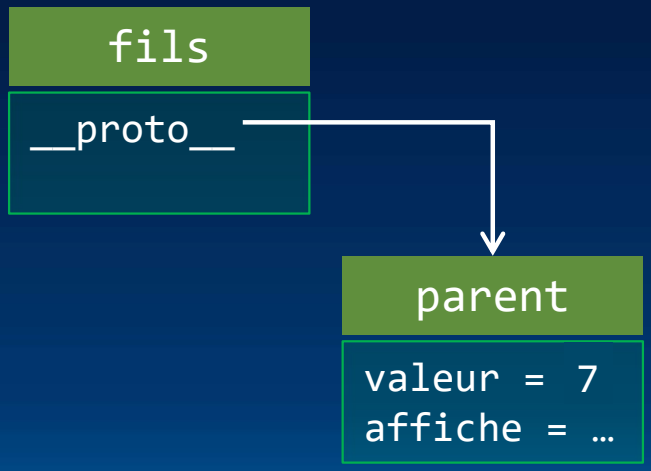
Prototypes : exemples (2/4)

- Exercice 2 : que va-t-il afficher ?

```
let parent = {};
parent.valeur = 13;
parent.affiche = function () { alert(this.valeur); }

let fils = Object.create(parent);

parent.affiche();
fils.affiche();

parent.valeur = 7;
fils.affiche();
parent.affiche();
```

Affichage

13
13
7
7



Prototypes : exemples (3/4)

- Exercice 3 : que va-t-il afficher ?

```
let animal = {};
animal.crie = function () { alert(this.cri); };

let chien = Object.create(animal);
chien.cri = "Wouf!";

let chat = Object.create(animal);
chat.cri = "Miaou";

chien.crie();
chat.crie();
animal.crie();
```

Affichage

Wouf!
Miaou
undefined

Prototypes : exemples (4/4)

- Exercice 4 : que va-t-il afficher ?

```
let parent = {};
parent.ditMultiple = function () { alert(this.val*2); };

let sept = Object.create(parent);
sept.val = 7;
let huit = Object.create(parent);
huit.val = 8;

sept.ditMultiple();
huit.ditMultiple();

parent.ditMultiple = function () { alert(this.val*3); };
sept.ditMultiple();
huit.ditMultiple();
```

Affichage

14
16
21
24

Les fonctions constructrices

Au programme de ce chapitre...

- **Qu'est-ce qu'un constructeur ?**
  - *une fonction normale utilisée différemment*
- **Comment utiliser un constructeur ?**

Ensuite : *L'orienté objet en JavaScript, point de vue pratique*

Constructeur : kézako ?

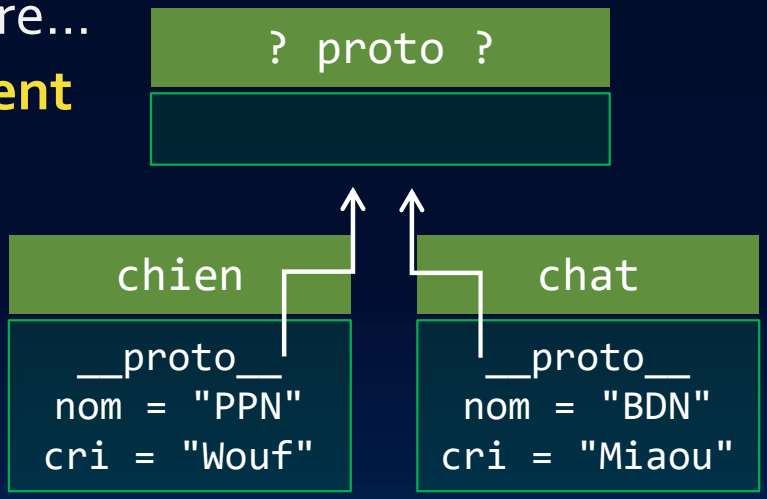
- Qu'est-ce qu'un **constructeur** en JavaScript ?
  - C'est a priori une fonction comme une autre…
  - … qui va permettre de créer des objets à partir de ses arguments
  - … qui va agir sur un objet nouvellement créé appelé "**this**"
  - … qu'on va utiliser avec le mot-clef "**new**" afin de créer des objets.

```
function Animal (nom, cri) {
  this.nom = nom;
  this.cri = cri;
}

let chien = new Animal ("Petit Papa Noël", "Wouf");
let chat = new Animal ("Boule de Neige", "Miaou");
```

Par convention, le nom des fonctions constructrices commence par une majuscule.

Constructeur : kézako ?

- Qu'est-ce qu'un **constructeur** en JavaScript ?
  - C'est une fonction comme une autre…
  - … qui va attribuer **automatiquement** un **prototype** aux objets créés.



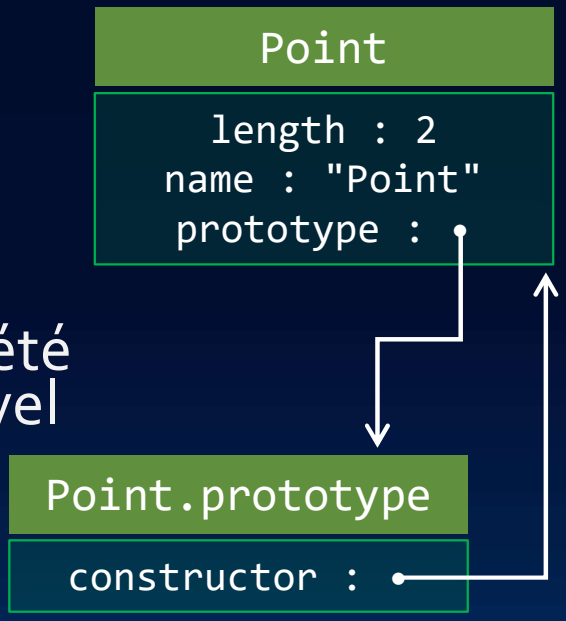

```
function Animal (nom, cri) {
  this.nom = nom;
  this.cri = cri;
}
let chien = new Animal ("Petit Papa Noël", "Wouf");
let chat = new Animal ("Boule de Neige", "Miaou");
```

- Ce prototype est l'objet `Animal.prototype`.

Constructeurs et prototypes

- Dès qu'on définit une fonction, celle-ci est créée sous la forme d'un objet.

```
function Point (x,y) {
  this.x = x; this.y = y;
}
```



- Cet objet possède entre autres une propriété appelée "prototype" qui référence un nouvel objet, à savoir `Point.prototype`.

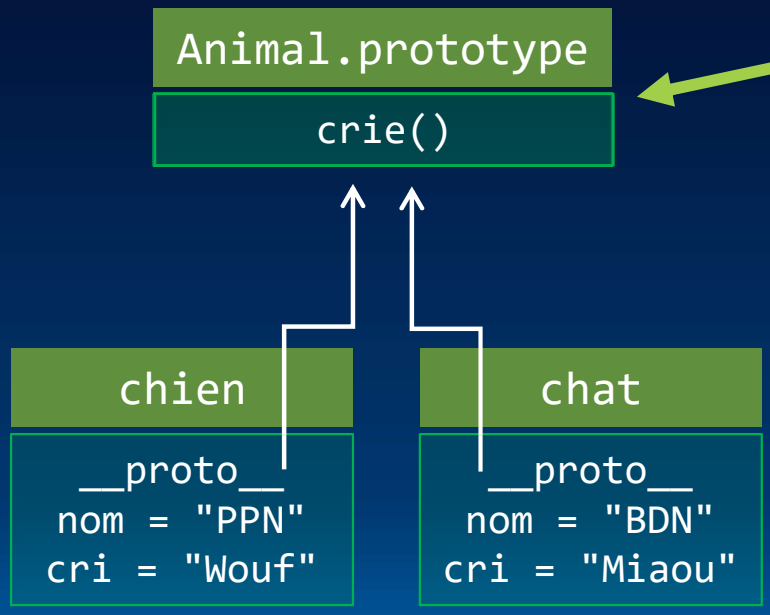
- Lors d'un appel à `new Point (x,y)` :
  1. JavaScript crée un **nouvel objet vide**…
  2. … avec comme **prototype** l'objet `Point.prototype`
  3. … puis **exécute** la fonction avec `this` = ce nouvel objet.

Avec un constructeur, plus besoin de créer un prototype "à la main" !

Utiliser un constructeur

- Retour à l'exemple de départ :

```
function Animal (nom, cri) {
  this.nom = nom; this.cri = cri;
}
let chien = new Animal ("PPN", "Wouf");
let chat = new Animal ("BDN", "Miaou");
```



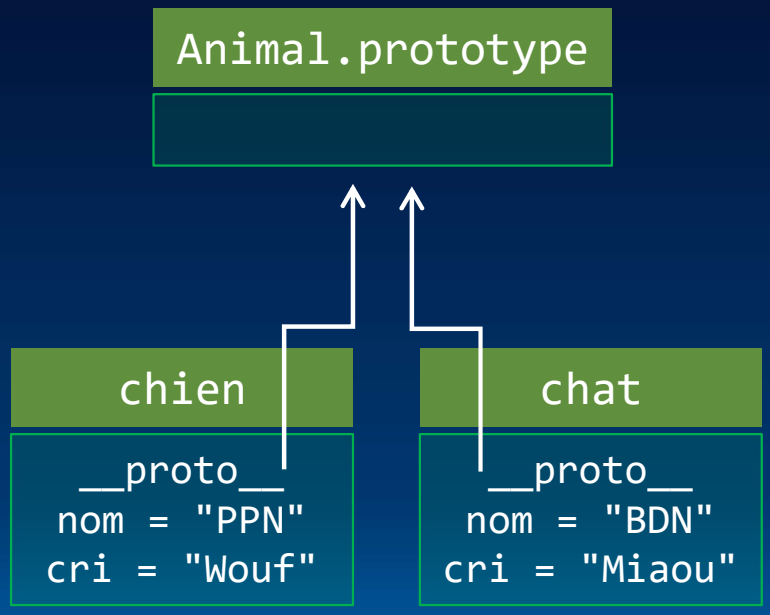
Si on veut ajouter une méthode, c'est là qu'il faut la placer !

```
Animal.prototype.crie = function () {
  alert(this.cri);
}
```

Mal utiliser un constructeur

- Retour à l'exemple de départ :

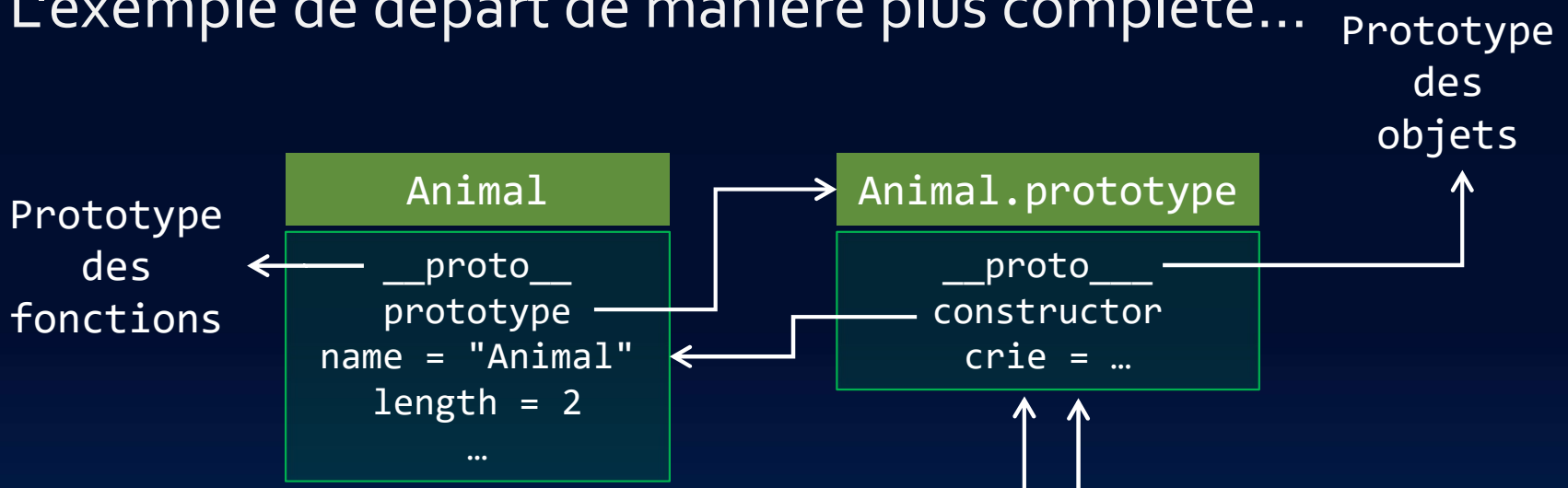
```
function Animal (nom, cri) {
  this.nom = nom; this.cri = cri;
  this.crie = function () { alert(this.cri); };
}
let chien = new Animal ("PPN", "Wouf");
let chat = new Animal ("BDN", "Miaou");
```



En quoi est-ce ***mal*** utiliser le constructeur ?

Prototypes et __proto__

- L'exemple de départ de manière plus complète…




```
» Animal
← ▾ function Animal(nom, cri)
    arguments: null
    caller: null
    length: 2
    name: "Animal"
  ▾ prototype: Object { … }
    ▸ constructor: function Animal(nom, cri)
    ▸ <prototype>: Object { … }
  ▸ <prototype>: function ()
```

```
» Animal.__proto__ == Function.prototype
← true
```

Constructeurs prédéfinis

- Si on modifie le contenu du prototype `Cons.prototype` associé à une fonction constructrice `Cons`,
  cela affecte (rétroactivement) tous les objets créés par `Cons`.

- Ça peut également se faire sur des **constructeurs prédéfinis** !
  - `Function` pour les fonctions, `String` pour les strings, `Number` pour les nombres, `Array` pour les tableaux…

```
Function.prototype.crie = function () {
  alert(this.name + " a " + this.length + " argument(s).");
};
isNaN.crie();          // affiche : isNaN a 1 argument(s).
Math.pow.crie();       // affiche : pow a 2 argument(s).
```

L'opérateur instanceof

- L'opérateur instanceof : *obj* `instanceof` *Cons*
  - = true si l'objet *obj* a été créé par le constructeur *Cons*
  - ou si le prototype de *obj* a été créé par *Cons*
  - ou si le prototype du prototype de *obj*…

  - Exemples

```
let chat = new Animal ("Boule de Neige", "Miaou");
let chat2 = Object.create(chat);
chat instanceof Animal → true
chat2 instanceof Animal → true
chat instanceof Function → false
isNaN instanceof Function → true
chat instanceof Object → true
```

  - `Object` est le constructeur le plus général et `Object.prototype`, le prototype ancêtre de tous les objets.

L'opérateur instanceof

- L'opérateur instanceof : *obj* `instanceof` *Cons*
  - = true si l'objet *obj* a été créé par le constructeur *Cons*
  - ou si le prototype de *obj* a été créé par *Cons*
  - ou si le prototype du prototype de *obj*…

  - Exemples

```
let chat = new Animal ("Boule de Neige", "Miaou");
let chat2 = Object.create(chat);
chat instanceof Animal → true
Animal.prototype.isPrototypeOf(chat) → true
chat2 instanceof Animal → true
isNaN instanceof Function → true
chat instanceof Object → true
```

instanceof (constructeur)
≠
(prototype).isPrototypeOf

  - `Object` est le constructeur le plus général et `Object.prototype`, le prototype ancêtre de tous les objets.

Faire de l'orienté-objet en JS

Au programme de ce chapitre…

- **Le point de vue pratique…**
  - *Trois méthodes… Laquelle choisir ?*
  - *(une 4e méthode plus tard…)*

Faire de l'orienté-objet en JS

- **Créer des objets à la volée (sans prototype)**
  - Objets = tableaux associatifs
  - Principalement pour des objets - structures
- **Créer un héritage à la volée (prototype géré manuellement)**
  - Créer un prototype "à la main"
  - Solution hybride… et généralement peu lisible (à éviter ?)
- **Créer une fonction constructrice (prototype "automatique")**
  - La fonction constructrice se charge de la gestion du prototype.

Orienté objet en JS

- (#1) Créer des objets à la volée
  - quand on n'a pas vraiment besoin d'une architecture complexe
  - par exemple : créer des structures (struct en C)

```
function conversionHM (nbMin) {
  let h = Math.floor(nbMin / 60);
  let m = nbMin % 60;
  return { h, m };
}

let hm = conversionHM(715);
alert(`715 min = ${hm.h} heures, ${hm.m} minutes.`);
```

Orienté objet en JS

- (#2) Créer un « héritage prototypal » à la volée
  - plusieurs fonctions renvoyant des objets similaires
  - on veut leur associer une/des méthode(s) commune(s) -> prototype

```
let canevasHM = {};  // mon prototype/canevas pour HM
canevasHM.toString = function () {
  return `${this.h} heure(s) et ${this.m} minute(s)`;
};

function conversionHM (nbMin) {
  let res = Object.create(canevasHM);
  res.h = Math.floor(nbMin / 60);
  res.m = nbMin % 60;
  return res;
}

let hm = conversionHM(715);
alert("715 min = " + hm);
```

`toString` est automatiquement appelé quand on convertit l'objet en chaîne de caractères.

Orienté objet en JS

- (#3) Créer une fonction constructrice
  - Meilleure lisibilité (on utilise new + le nom du constructeur)
  - Utile si les arguments du constructeurs doivent être manipulés (plutôt que juste stockés dans des attributs)

```
function HeuresMinutes (h, m) {
  this.h = h; this.m = m;
}

HeuresMinutes.prototype.toString = function () {
  return `${this.h} heure(s) et ${this.m} minute(s)`;
};

function conversionHM (nbMin) {
  return new HeuresMinutes(Math.floor(nbMin/60), nbMin%60);
}
alert("715 min = " + conversionHM(715));
```

On utilise le prototype associé automatiquement à la fonction !