Créer un moteur d'affichage 2d
en HTML 5 avec la balise Canvas

Sommaire :

- VI) Manipuler les objets : transformations et calculs matriciels.
    - Le problème des transformations imbriquées.
    - Les matrices, pourquoi faire ?
    - Comment utiliser les matrices ?
    - Combiner les transformations d'un enfant avec celles de son parent.
    - Implémentation des matrices dans le moteur.

- VII) Modèle événementiel et design pattern
    - Pourquoi utiliser des événements ?
    - Comment gérer un modèle événementiel, le design pattern observer
    - Implémentation sur les objets d'affichage

- VIII) Collisions et événements utilisateurs
    - Comment détecter les événements souris ?
    - Théorie des collisions, les formules
    - Implémentation d'une méthode hitTest sur un DisplayObject

- XI) Les animations
    - Comment animer ?
    - Retour sur les spritesheets
    - Définir un modèle de données pour les animations
    - Créer une classe MovieClip permettant de jouer une animation.

- X) Les filtres
    - Base des filtres avec la balise canvas
    - Implémentation de la classe ImageFilter
    - Lier un ou plusieurs filtres à un objet d'affichage

- XI) Annexes
    - Le tri rapide Qsort
    - Le tri d'entiers super rapide : Radix
    - Le clipping : exemple avec un BinaryTree
    - Optimisation des calculs matriciels.

- Préface

Rapide Historique

Javascript et Ecmascript

JavaScript (souvent abrégé JS) est un langage de programmation de scripts principalement utilisé dans les pages web interactives mais aussi côté serveur1. C'est un langage orienté objet à prototype, c'est-à-dire que les bases du langage et ses principales interfaces sont fournies par des objets qui ne sont pas des instances de classes, mais qui sont chacun équipés de constructeurs permettant de créer leurs propriétés, et notamment une propriété de prototypage qui permet d'en créer des objets héritiers personnalisés.

Le langage a été créé en 1995 par Brendan Eich (Brendan Eich étant membre du conseil d'administration de la fondation Mozilla) pour le compte de Netscape Communications Corporation. Le langage, actuellement à la version 1.8.2 est une implémentation de la 3e version de la norme ECMA-262 qui intègre également des éléments inspirés du langage Python. La version 1.8.5 du langage est prévue pour intégrer la 5e version du standard ECMA2.

ECMAScript est un langage de programmation de type script standardisé par Ecma International dans le cadre de la spécification ECMA-262. Il s'agit donc d'un standard, dont les spécifications sont mises en œuvre dans différents langages script, comme JavaScript ou ActionScript, ainsi qu'en C++ (norme 2011). C'est un langage de programmation orienté objet.

En décembre 1995, Sun et Netscape annoncent (en) la sortie de JavaScript. En mars 1996, Netscape implémente le moteur JavaScript dans son navigateur web Netscape Navigator 2.0. Le succès de ce navigateur contribue à l'adoption rapide de JavaScript dans le développement web orienté client. Microsoft réagit alors en développant JScript, qu'il inclut ensuite dans Internet Explorer 3.0 en août 1996 pour la sortie de son navigateur.

Netscape soumet alors JavaScript à l'ECMA pour standardisation. Les travaux débutent en novembre 1996, et se terminent en juin 1997 par l'adoption du nouveau standard **ECMAScript**. Les spécifications sont rédigées dans le document **Standard ECMA-262**.

HTML5 et canvas

HTML5 (***HyperText Markup Language 5***) est la prochaine révision majeure d'HTML (format de données conçu pour représenter les pages web). Cette version est en développement en 2013 et est appellée à devenir le prochain standard du web en matière de développement d'applications riches sur internet (RIA).

Elle apporte certaines innovations qui manquaient au langage tout en se payant le luxe d'être intégrée au navigateur, offrant ainsi une alternative à certaines technologies propriétaires comme Flash ou Unity, tout en basées elles, sur des plugins.

L'une des grandes innovations de cette nouvelle mouture est la mise à disposition de la balise "canvas" et de toute une API de dessin permettant au programmeur de réaliser du contenu interactif de type jeu vidéo, chat webcam, manipulation de vidéo, connexion à un serveur de sockets etc... Jusqu'ici, développer ce type de contenu avec les anciennes normes était extrêment difficile sinon impossible.

Rapport avec Flash

I - Dessiner avec canvas

Fichier de base

Nous allons commencer par créer un fichier de base pour notre application
sur la base du modèle suivant :

Fichier index.html

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
	<meta charset="utf-8">
	<title></title>
	<script type="text/javascript" src="sample.js"></script>
	<style type="text/css">
		canvas
		{
			width: 800px;
			height: 600px;
			border: 2px solid black;
			background-color: black;
		}
	</style>
</head>
<body>
	<!-- La balise canvas que nous utiliserons dans le fichier sample.js-->
	<canvas id="tomahawk"></canvas>
</body>
</html>
```

Fichier sample.js

```
/* Point d'entrée de l'application */
function init()
{
	//code de notre Application
}

/*
* Quand toutes les données soient chargées ( DOM, Images, Sons, Vidéos etc ... )
* On démarre l'application par la fonction init
*/
 window.onload = init;
```

Le fichier index.html est un fichier html5 simple, les seuls élements notables sont:

- L'inclusion d'un fichier javascript nommé "***sample.js***"
- La présence d'une balise canvas dont l'id est "***tomahawk***" (nom de notre moteur).
- Le style css donné à la balise en question (à changer à votre convenance

Comme vous pouvez le constater notre base de code est écrite en javascript pur, pas de framework, pas de librairie, le but de ce livre est de vous apprendre à tout créer par vous-mêmes après tout. Toutefois chaque développeur a ses préférences et je vous encourage vivement à adapter les exemples à votre façon de travailler. Maintenant que nous avons une base de code simple nous allons pouvoir passer à la suite, créer un canvas et l'utiliser.

Créer un canvas

Créer un canvas peut se faire de deux façons:

- soit de la manière la plus simple qui soit çàd en ajoutant une balise canvas au sein du DOM (dans le code html).

- soit en la créant programmatiquement parlant et en l'ajoutant manuellement au DOM de la façon suivante:

```
var canvas = document.createElement("canvas");
document.getElementsByTagName("body")[0].appendChild(canvas);
```

Dans notre exemple, nous choisirons la méthode numéro 1, çàd ajouter une balise canvas au code html. Notre fichier index.html en contient déjà une, nous allons donc créer uné fonction pour la retrouver.

```
/*
* Retourne une référence à l'objet canvas crée à l'aide de la balise
* placée dans le code html
*/
function getCanvas()
{
	return document.getElementById("tomahawk");
}
```

A l'aide de cette méthode, nous avons accès à l'objet canvas, maintenant il nous faut pouvoir dessiner à l'intérieur. Pour ce faire nous allons d'abord devoir récupérer le contexte de l'objet canvas, pour de plus amples informations sur ce qu'est un contexte je vous invite à vous rendre sur le site du W3C.

Le contexte de l'objet canvas se récupère à l'aide de la méthode getContext de l'objet Canvas de la façon suivante :

```
canvas.getContext(contextMode:String);
```

Ou canvas est une instance d'un objet de type Canvas et contextMode est un paramètre de type string permettant de préciser quel genre de contexte l'on souhaite récupérer (par exemple un contexte 2d ou un contexte webgl).

Nous allons donc créer une méthode nous permettant de récupérer le contexte 2d de notre canvas.

```
/*
* Retourne le contexte d'éxécution 2d du canvas
*/
function getContext()
{
	return getCanvas().getContext("2d");
}
```

Voilà, à présent nous avons tout les outils nécéssaires pour pouvoir dessiner dans notre canvas.

Dessiner des primitives (lignes, cercles, carrés...)

HTML5 embarque toute une API dédiée au dessin, ce qui permet aux développeurs de créer du contenu 2d sans avoir systématiquement recours à des images. A l'aide cette API l'on peut dessiner n'importe quelle forme géométrique, voire même des dessins plus complexes, la seule vraie limite est votre imagination.

- **Dessiner une ligne :**

Commençons par le plus simple, dessiner une ligne de couleur verte faisant 5px d'épaisseur.
En HTML5, toute opération de dessin se réalise à l'aide d'un objet de type *Context*, ça tombe plutôt bien, nous venons de créer une fonction nous permettant de récupérer ce contexte !

```
var context = getContext();

context.beginPath();
context.lineWidth = 5;
context.moveTo( 0, 0 );
context.lineTo( 100, 100 );
context.strokeStyle = '#003300';
context.stroke();
```

Avant toute opération de dessin en HTML5, il nous faudra commencer par un "*beginPath*" qui permet, comme son nom l'indique, de commencer un "*chemin*", comprendre par là que l'on initiliase un nouveau cycle de dessin, un peu comme si l'on prenait une nouvelle feuille vierge pour dessiner.
Faisons le point de ce que nous avons actuellement sur notre canvas.

Une ligne dont les propriétés sont :

- Une épaisseur de 5px définie par la propriété *lineWidth* = 5
- Une couleur définie par la propriété *strokeStyle* = *'#003300'*
- Un point de départ situé à x = 0px et y = 0px que nous avons défini avec l'appel à la fonction moveTo(0, 0)
- Un point d'arrivée situé à x = 100px et y = 100px que nous avons relié au point de départ en faisant appel à la fonction lineTo(100, 100), qui relie le dernier point dessiné au point dont les coordonnées sont passées en paramètres.

Vous pouvez remarquer que la dernière ligne de notre code se termine par "*context,stroke();*", cette méthode permet de dessiner l'ensemble du jeu d'instructions définis entre l'appel à "*context,beginPath()*" et

"*context.stroke()*", si vous commentez l'appel à cette méthode, rien ne sera dessiné.

Notez également que "*context.stroke()*" n'éxécute que les jeux d'instructions relatifs aux **lignes** et pas aux formes pleines, ces dernières sont gérées de manière différente, ce qui nous amène à la suite, dessiner des primitives "pleines", en commençant par le cercle.

- **Dessiner un cercle :**

Si je souhaite dessiner un cercle, je peux utiliser la méthode suivante:

```
context.arc(x, y, radius, startAngle, endAngle, counterClockwise);
```

Ou "*x*" et "*y"* représentent les coordonnées du centre de mon arc, "*radius*" le rayon (en pixels) de mon arc, "*startAngle*" et "*endAngle*" les angles de départ et d'arrivée (**en radians**) et enfin, "*counterClockwise*" est un booléen qui sert à définir si l'arc est défini dans le sens anti-horaire ou non.

Etudions à présent le code suivant :

```
var context = getContext();
var toRadians = Math.PI / 180;
var startAngle = 0 * toRadians;
var endAngle = 360 * toRadians;

context.beginPath();
context.fillStyle = "green";
context.arc(100, 100, 50, startAngle, endAngle, false);
context.fill();
```

Comme pour la ligne, faisons le point de ce que nous avons actuellement sur notre canvas.
Une cercle dont les propriétés sont :

- Une couleur de remplissage définie par la propriété *fillStyle = 'green'*
- Le centre de départ situé à x = 100px et y = 100px représentés par les 2 premiers paramètres
- Un rayon de 50px représenté par le 3ème paramètre
- Un angle de départ situé à **0 degrés** et converti **en radians** représenté par le 4ème paramètre
- Un angle de départ situé à **360 degrés** et converti **en radians** représenté par le 5ème paramètre
- Une direction dans le sens **horaire** car le 6ème paramètre vaux *false.*

Comme vous pouvez le constater, nous utilisons toujours la méthode "*context.beginPath()*" pour créer un nouveau dessin. Afin de pouvoir éxécuter le nouveau jeu d'instructions, relatif cette fois-ci à des **formes pleins**, nous utilisons la méthode "*context.fill()*" qui agit de la même façon que la méthode "context.stroke()".

En regardant un peu plus en avant l'API de dessin l'on peut s'apercevoir qu'il existe pas mal de méthodes pour dessiner d'autres primitives, ou d'autres types de lignes, qu'elles soient droites ou dessinées à l'aide de courbes de bezier etc...

Exemple :

Voici un exemple permettant de dessiner une ligne rouge puis un rectangle bleu pour enfin terminer par un cercle vert sur le même canvas.

```
var context = getContext();
var toRadians = Math.PI / 180;
var startAngle = 0 * toRadians;
var endAngle = 360 * toRadians;

context.beginPath();
context.strokeStyle = "#FF0000";
context.lineWidth = 5;
context.moveTo( 50, 50 );
context.lineTo( 150, 200 );
context.stroke();

context.beginPath();
context.fillStyle = "blue";
context.fillRect( 20, 20, 100, 100 );
context.fill();

context.beginPath();
context.fillStyle = "green";
context.arc(100, 100, 50, startAngle, endAngle, false);
context.fill();
```

Maintenant que nous savons comment dessiner des primitives, nous allons apprendre à les transformer, comprendre par là que nous allons changer leur appliquer un changement d'échelle, de rotation, d'alpha ou de translation.

Alpha, Scale, Rotation et Translation

Appliquer une transformation en HTML5 est facile, en effet l'API met à notre disposition des méthodes simples, la seule difficulté réside dans le fait que **ces méthodes sont cumulatives** mais nous reviendrons plus tard là dessus, pour l'instant nous allons nous contenter d'appliquer des transformations à un carré.

- **L'alpha :**

Pour dessiner quelque chose en transparence en HTML5 on modifie la propriété :

```
// pour définir la transparence à 50%
context.globalAlpha = 0.5;
```

La valeur de la propriété "*globalAlpha*" du contexte se situe toujours entre 0 et 1, si, comme dans l'exemple ci-dessus vous souhaitez obtenir un alpha de 50% il vous suffit de modifier la valeur de cette propriété à 0.

Facile n'est-ce pas ? Par exemple si je veux dessiner un cercle avec un alpha de 50% par dessus un carré mon code ressemblera à ceci :

Exemple:

```
var context = getContext();
var toRadians = Math.PI / 180;
var startAngle = 0 * toRadians;
var endAngle = 360 * toRadians;

context.beginPath();
context.fillStyle = "blue";
context.fillRect( 25, 25, 100, 100 );
context.fill();

context.globalAlpha = 0.5;
context.beginPath();
context.fillStyle = "green";
context.arc(100, 100, 50, startAngle, endAngle, false);
context.fill();
```

On aperçoit bien le carré en transparence derrière le cercle, essayez de jouer un peu avec les valeurs de l'alpha, vous pouvez également changer la valeur de l'alpha du carré et remettre l'alpha du cercle à 1 (ou toute autre valeur), c'est vraiment facile !

Vous avez sans doute remarqué que jusqu'ici nous avons défini les coordonnées de nos primitives à l'aide des paramètres fournis à cet effet, toutefois lors de vos futurs développements, vous verrez qu'il n'est pas forcément pratique de procéder de la sorte. Le mieux encore serait de pouvoir dessiner nos objets aux coordonnées 0, 0 et de les déplacer ensuite, ça tombe plutôt bien, la prochaine transformation que je compte vous montrer est la **translation.**

- **La translation :**

Pour effectuer une translation en HTML5 on utilise la méthode :

```
context.translate( translateX, translateY );
```

Ou "*translateX*" le déplacement sur l'axe des x (en pixels) que vous souhaitez obtenir, et "*translateY*" la même chose mais sur l'axe des y. Ainsi, pour dessiner un carré rouge de 100 pixels de côtés prenant son point d'origine aux coordonnées x = 47 et y = 72, j'aurai à écrire le code suivant :

Exemple:

```
var context = getContext();

context.translate( 47, 72 );
context.beginPath();
context.fillStyle = "red";
context.fillRect( 0, 0, 100, 100 );
context.fill();
```

Notez que nous aurions tout aussi bien pu utiliser les deux premiers paramètres de la méthode fillRect (ce que nous faisions jusqu'ici), toutefois comme expliqué plus haut, il vous sera plus utile d'utiliser les méthodes de transformations par la suite plutôt que d'utiliser ce type de paramètre.

Passons maintenant au changement d'échelle.

- **Le scale :**

Pour effectuer un changement d'échelle en HTML5 on utilise la méthode :

```
context.scale( scaleX, scaleY);
```

Ou "*scaleX*" est l'échelle sur l'axe des x que vous souhaitez obtenir, et "*scaleY*" la même chose mais sur l'axe des y. Ainsi, pour dessiner le même carré que dans l'exemple précédent mais à une échelle deux fois plus grande nous aurons le code suivant:

Exemple:

```
var context = getContext();

context.translate( 47, 72 );
context.scale( 2, 2 );
context.beginPath();
context.fillStyle = "red";
context.fillRect( 0, 0, 100, 100 );
context.fill();
```

Ainsi, nous obtenons **un carré de 100 pixels** de côtés mais dont l'**échelle est de 2**, ansi visuellement, j'ai un carré de 200 pixels de côtés. Quel est l'interêt de cette méthode ? Pourquoi ne pas directement un carré de 200 pixels de côtés ? En plus on code moins !

Et bien l'interêt principal est de ne **pas avoir à recalculer la largeur et la hauteur d'un objet d'affichage** à chaque fois que l'on souhaite changer son échelle, de plus, ces calculs sont simples à réaliser lorsque l'objet en question n'est pas en **rotation**, mais dès qu'il s'agit de calculer une largeur et une hauteur avec une rotation par dessus le marché, ça devient plus compliqué et **plus coûteux en ressources** *.

Passons maintenant à la dernière transformation, la rotation

* En vérité ces calculs sont réalisés mais côté HTML5

- **La rotation :**

Avant de commencer, il me faut éclaircir un point que nous avons omis de préciser jusque là, l'unité de mesure employée pour une rotation. En effet, alors que la plupart des gens comptent leurs angles en degrés , en programmation graphique il est de coutume d'employer le radian.

Vu que ce livre n'a pas vocation à être un cours de mathématiques je vais tout simplement vous donner la formule de conversion degrés/radians et vous laisser approfondir ce point si vous le souhaitez (internet fourmille de ressources sur la question).

La formule de conversion degrés/radians est la suivante :

```
angle_radians = angle_degré * ( Math.PI / 180 );
```

Nous l'avons déjà utilisé plus haut pour définir les angles de départs et de fin de notre arc.
Maintenant nous savons que lorsqu'on parlera d'un angle, l'on s'exprimera par défaut en radians
et si l'on change d'unité de mesure, je vous le préciserai alors.

Bien, maintenant que tout le monde parle le même langage, laissez-moi vous présenter la méthode qui vous permettra d'appliquer une rotation à vos objets:

```
context.rotate( angle_radian );
```

Assez simple n'est-ce pas ? Ainsi, pour continuer sur l'exemple de notre carré rouge, nous allons reprendre le code de tout à l'heure et ajouter une rotation de 37° à notre carré :

```
var context = getContext();
var toRadians = Math.PI / 180;

context.translate( 47, 72 );
context.scale( 2, 2 );
context.rotate( 37 * toRadians );
context.beginPath();
context.fillStyle = "red";
context.fillRect( 0, 0, 100, 100 );
context.fill();
```

Notez que toutes les rotations s'effectuent dans le sens **horaire** ! Nous avons vu les transformations que nous voulions voir, nous y reviendrons plus tard. Il nous reste à voir le cumul des transformations, la sauvegarde et restauration du contexte et nous aurons terminé ce premier chapitre.

- **Cumul des transformations, sauvegarde et restauration du contexte :**

L'objet *context* utilise une **matrice** pour répresenter et stocker le résultat de toutes les transformations qu'on lui applique. Nous ne nous étendrons pas pour l'instant sur ce qu'est une matrice ni comment l'utiliser, en revanche, sachez qu'une des lois basiques des calculs matriciels est la **commutativité.**

En clair, cela signifie que les transformations que l'on applique à une matrice se cumulent et que l'ordre dans lequel on les éxécute influe sur le résultat obtenu.

Exemple:

```
var context = getContext();
// ici on applique une translation AVANT le scale
context.translate( 47, 72 );
context.scale( 2, 2 );

context.beginPath();
context.fillStyle = "red";
context.fillRect( 0, 0, 100, 100 );
context.fill();
```

```
var context = getContext();
// ici on applique une translation APRES le scale
context.scale( 2, 2 );
context.translate( 47, 72 );

context.beginPath();
context.fillStyle = "red";
context.fillRect( 0, 0, 100, 100 );
context.fill();
```

On peut voir que le résultat obtenu à l'écran est différent suivant si l'on applique le scale **avant** ou **après** la translation, tout cela est normal, la loi de commutativité est en marche. Mais alors dans quel ordre appliquer mes transformations ? Et bien ça c'est à vous de le décider, bien qu'en règle générale le résultat attendu nécéssite que l'on applique dans l'ordre une translation, une rotation et enfin l'échelle.

Et vous pensiez que c'était fini ? Et bien non, en effet les transformations en html5 c'est pas de la tarte (enfin uniquement quand on y est pas habitué, après je vous rassure ça roule tout seul).

Si je veux par exemple, définir une échelle à 0,5 après avoir l'avoir définie à 2, le code suivant ne fonctionne pas:

```
var context = getContext();

context.scale( 2, 2 ); // l'échelle est à 2
context.scale( 0.5, 0.5 );
// ici l'échelle ne vaut pas 0.5 MAIS 1 car j'ai MULTIPLIE la valeur
// de l'échelle courante par 0.5, donc le résultat est 1, pour avoir une valeur d'échelle à 2, il aurait
// fallu que j'applique un scale de 0,25
```

Le problème de cette commutativité, c'est que je ne suis pas forcément au courant de l'état actuel de ma matrice au moment ou je l'utilise, donc cela peut me poser pas mal de problèmes pour obtenir l'état désiré.

Heureusement, il existe une parade à cela, la sauvegarde du contexte ! En effet, il est possible de stocker en mémoire l'état du contexte et le restaurer par la suite. Cela fonctionne avec la paire de méthodes suivantes:

```
context.save()
context.restore()
```

La méthode, "*context.save*" permet de sauvegarder l'état actuel du contexte, la méthode "*context.restore*" permet quand à elle de restituer l'état du dernier contexte, c'est-à-dire que les données de transformations de la matrice ainsi que les données de dessins etc... seront exactement les mêmes que lors du dernier appel à "*context.save*"

Ces méthodes fonctionnent un peu à la manière d'une pile d'assiettes, c'est-à-dire que le dernier contexte sauvegardé ira "*au dessus*" de la pile et donc, lors du prochain appel à "*context.restore()*" ce sera cette derniere "*assiette"* qui sera restituée.

Dans l'exemple suivant, je dessine 4 carrés, tous de la même taille mais avec des transformations différentes. L'utilisation de "*context.save*" et "*context.restore"* est indispensable pour pouvoir récupérer l'état da la précédente matrice.

Exemple :

```
var context = getContext();

context.save(); // sauvegarde 1
context.translate( 50, 50 );
context.scale( 2, 2 );

context.beginPath();
context.fillStyle = "red"
context.fillRect( 0, 0, 100, 100 );
context.fill();

context.save(); // sauvegarde 2, ici les transformations et les paramètres de dessins sont sauvés.


context.rotate( 60 * ( Math.PI / 180 ) );

context.beginPath();
context.fillStyle = "green"
context.fillRect( 0, 0, 100, 100 );
context.fill();

context.restore(); // restaure la 2ème sauvegarde

context.beginPath();
context.fillStyle = "blue"
context.fillRect( 0, 0, 50, 50 );
context.fill();

context.restore(); // restaure la 1ère sauvegarde



context.beginPath();
context.fillStyle = "purple"
context.fillRect( 0, 0, 100, 100 );
context.fill();
```

Voilà, les bases des transformations et du dessin avec canvas sont posées, nous venons de clotûrer ce premier chapitre.

II) Dessiner une image

Nous allons maintenant passer au dessin d'image en HTML5.

Charger une image (ou texture)

En Javascript, il est très simple de charger une image, aussi appelée texture dans le domaine du jeu vidéo (d'ailleurs nous utiliserons ce terme dorénavant). En effet, il y a de multiples façons de faire, pour le besoin de ce chapitre nous utiliserons la plus simple qui est d'inclure les images directement dans la structure html.

Il nous suffira alors de démarrer le script au chargement total de la page et pour ça nous utiliserons l'évenement natif javascript **window.onload**.

Exemple:

index.html

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
	<meta charset="utf-8">
	<title></title>
	<script type="text/javascript" src="sample.js"></script>
	<style type="text/css">
		canvas
		{
			border: 2px solid black;
			background-color: black;
		}
	</style>
</head>
<body>
	<canvas id="tomahawk" width="800" height="600"></canvas>
	<img src="perso1.png" id="perso1"/>
</body>
</html>
```

sample.js

```
/*
* Retourne une référence à l'objet canvas
*/
function getCanvas()
{
	return document.getElementById("tomahawk");
}

/*
* Retourne le contexte d'éxécution 2d du canvas
*/
function getContext()
{
	return getCanvas().getContext("2d");
}

/* Point d'entrée de l'application */
function init()
{
	//code de notre Application
	var canvas = getCanvas();
	var context = getContext();
}

/* Quand toutes les données sont chargées ( DOM, Images, Sons, Vidéos etc ... )
* On démarre l'application par la fonction init
*/
 window.onload = init;
```

Dessiner une texture.

Pour dessiner une texture l'API HTML5 embarque une méthode dont voici la **première** signature

```
context.drawImage(image,dx,dy)
```

- Ici, le paramètre *image* représente la texture que l'on souhaite dessiner.
- *dx* et *dy* répresentent les coordonnées auxquelles on souhaite dessiner l'image.

Cette méthode vous permettra de **dessiner directement la texture sur le canvas, sans aucune transformation**.

Exemple:

```
	//code de notre Application
	var canvas = getCanvas();
	var context = getContext();
	var texture = document.getElementById('perso1');

	context.save(); // sauvegarde 1
	context.drawImage(texture,0,0);
	context.restore();
```

Méthodes de dessin avancées

A l'heure actuelle nous avons vu la méthode **classique** pour dessiner une texture, nous allons à présent faire un tour du côté des **méthodes** de dessins **avancées** en commençant par dessiner une texture à la taille qu'on souhaite obtenir.

Pour ce faire, nous allons voir la deuxième signature de la méthode context.drawImage

```
context.drawImage(image, dx, dy, dw, dh)
```

- ou *image* répresente la texture que l'on souhaite dessiner,
- *dx*,*dy*,*dw*,*dh* représentent le rectangle dans lequel on dessinera cette texture dans le canvas

Exemple:

```
/* Point d'entrée de l'application */
function init()
{
	//code de notre Application
	var canvas = getCanvas();
	var context = getContext();
	var texture = document.getElementById('perso1');

	context.save(); // sauvegarde 1
	context.drawImage(texture,10,10,100,100);
	context.restore();
}
```

Ici, **on dessine notre texture** sur aux coordonnées x = 10, y = 10 et **on applique une transformation à cette texture** de façon à ce qu'elle soit dessinée avec 100 pixels de largeur et 100 pixels de hauteur (width = 100, height = 100.

Nous allons maintenant voir comment dessiner une portion de notre texture et pour cela, nous allons étudier la **troisième** et dernière signature possible de la méthode context.drawImage.

```
context.drawImage(image, sx, sy, sw, sh, dx, dy, dw, dh)
```

- ou *image* répresente la texture que l'on souhaite dessiner,
- *sx*, *sy*, *sw*, *sh* réprésentent la portion de texture que l'on souhaite dessiner
- *dx*,*dy*,*dw*,*dh* représentent le rectangle dans lequel on dessinera cette fameuse portion de texture.

Exemple:

```
/* Point d'entrée de l'application */
function init()
{
	//code de notre Application
	var canvas = getCanvas();
	var context = getContext();
	var texture = document.getElementById('perso1');

	context.save(); // sauvegarde 1
	context.drawImage(texture,20,0,100,100,0,0,200,200);
	context.restore();
}
```

Ici, on dessine uniquement **une portion** de l'image, cette portion est comprise entre les coordonnées x = 20, y = 20 avec une *width* de 100 et une *height* de 100, **cette portion d'image sera dessinée sur le canvas** dans un rectangle compris entre les coordonnées x = 0, y = 0 et x = 200, y = 200.

Maintenant, nous allons pouvoir passer **au dessin avec des ombres,** nous allons donc nous intérésser aux propriétés : shadowColor, shadowBlur, shadowOffsetX et shadowOffsetY de l'objet context. Ces propriétés peuvent être utilisées avec les méthodes de dessins classique, sans texture ou avec.

- La propriété context.shadowOffsetX sert à définir le décalage en x que l'ombre aura par rapport au dessin, **le type de cette propriété est un entier.**

- La propriété context.shadowOffsetY sert à définir le décalage en y que l'ombre aura par rapport au dessin, **le type de cette propriété est un entier.**

- La propriété context.shadowColor, comme son nom l'indique, définie la couleur de l'ombre, **le type de cette propriété est une string.**

- La propriété context.shadowBlur elle, sert à spécifier la netteté (ou plus spécifiquement le flou) que l'on souhaite appliquer à cette ombre, **le type de cette propriété est un entier.**

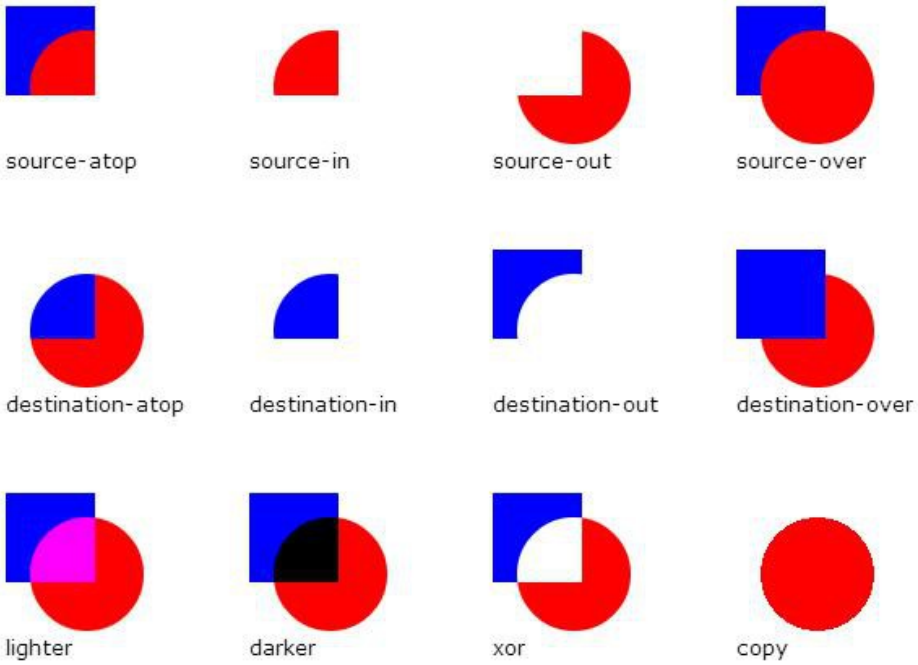
Exemple:

```
/* Point d'entrée de l'application */
function init()
{
	//code de notre Application
	var canvas = getCanvas();
	var context = getContext();
	var texture = document.getElementById('perso1');
	context.save(); // sauvegarde 1

	// je souhaite dessiner une texture avec une ombre rouge, decalée de 20 pixels sur l'axe des x
	// et de 20 pixels sur l'axe des y avec une qualité de flou de 2.

	context.shadowColor = "#FF0000";
	context.shadowBlur = 2;
	context.shadowOffsetX = 20;
	context.shadowOffsetY = 20;

	// je dessine ma texture
	context.drawImage(texture,20,0,100,100,0,0,200,200);
	context.restore();
}
```

Dessiner à travers un masque.

Nous allons à présent apprendre à dessiner à travers un masque.
et pour ça, nous allons avoir besoin de la propriété **globalCompositeOperation** de l'objet context.

Cette propriété peut prendre plusieurs valeurs dont les résultats sont illustrés à l'aide du graphique ci-dessous: (source: http://www.html5canvastutorials.com/advanced/html5-canvas-global-composite-operations-tutorial/)



Comment interpréter ce graphique ?
En premier lieu il faut que je vous donne le code source qui va avec:

```
context.beginPath();
context.fillStyle = "blue";
context.fillRect(0,0,55,55);
context.fill();

context.globalCompositeOperation = "source-in";

context.beginPath();
context.fillStyle = "red";
context.arc(50,50,35,0,2 * Math.PI,false);
context.fill();
```

Il s'agit d'une **opération en deux étapes** :

- Tout d'abord **on dessine le masque sur l'objet context** (ici le rectangle bleu)
- Ensuite, **on spécifie la valeur de la propriété globalCompositeOperation** de l'objet context. (ici "source-in")
- Puis **on dessine le contenu** que l'on souhaite voir apparaître à travers le masque (le cercle rouge)

Il suffit de changer la valeur de la propriété *globalCompositeOperation* pour pouvoir obtenir tout les résultats retranscrits sur le graphique. Pour dessiner un objet à travers un masque, la valeur qui nous intéresse est "**source-in**". Voilà, les bases du dessin de texture ont été passées en revue, nous allons maintenant passer aux bases du moteur d'affichage lui-même.

III) Structure de base du moteur

La POO en Javascript, le prototypage

Le Javascript, de base n'est pas ce que l'on pourrait vraiment appeler un langage orienté objet, au sens propre du terme, il ne donne pas la possibilité de créer ce que l'on appele des classes ou même des namespaces et autres subtilités propres à presque tout les langages orientés objets.

Cependant, c'est un langage orienté prototypage, çàd que la notion d'objet existe mais qu'ils sont tous dynamiques (à part quelques rares exceptions) et que les méthodes et variables membres peuvent être ajoutées dynamiquement et à l'éxécution, ce qui procure une extrême souplesse à ce langage.

Ce qui fait qu'en définissant une nouvelle fonction "Voiture "en Javascript, je peux utiliser le mot clef "new" du langage et ainsi créer une nouvelle instance de ma pseudo classe "Voiture", ainsi je dispose d'un objet Voiture tout neuf, "prototypable".

Chaque fonction/classe (dorénavant nous utiliserons le mot classe même s'il s'agit clairement d'un abus de langage) possède une propriété "prototype" qu'il nous est permis d'étendre à l'infini.

Ainsi à chaque nouvelle objet crée, celui-ci possèdera les propriétés définies sur le prototype de la classe associée.

Exemple :

```
// fonction constructeur
function Voiture(name,id)
{
	this.name = name;
	this.id = id;
}

Voiture.prototype.name = null;
Voiture.prototype.id = null;

var chevrolet = new Voiture("chevrolet",1);
var ferrari = new Voiture("ferrari",2);
```

Nous avons ici deux objets de type Voiture (bien que la notion de typage soit vraiment implicite en Javascript) avec chacun des propriétés qui ont des valeurs différentes.

Héritage et ordre d'inclusion

Il existe plusieurs librairies Javascript sur internet, chacune ayant sa propre façon de gérer l'héritage en Javascript, en effet le langage ne procure pas de moyen classique de le faire. Nous allons coder le notre , très simple, qui répondra à nos besoins.

Nous allons donc créer une classe nommée Tomahawk (nom de notre moteur) qui disposera de plusieurs méthodes statiques qui nous permettront "d'enregistrer" des classes auprès de la plateforme ainsi cette dernière pourra résoudre les problématiques d'héritage.

```
function Tomahawk(){}

Tomahawk._classes = new Object();
Tomahawk._extends = new Array();


	Tomahawk.registerClass = function( classDef, className )
	{
		Tomahawk._classes[className] = classDef;
	};
```

La méthode registerClass prend deux arguments:

- classDef **qui correspond à la classe en elle-même**
- className, **un "alias" qui sera l'identifiant de la classe**.

Maintenant, il nous faut une méthode pour "enregistrer" l'héritage d'une classe.

```
	Tomahawk.extend = function( p_child, p_ancestor )
	{
		Tomahawk._extends.push({"child":p_child,"ancestor":p_ancestor});
	};
```

Cette méthode prend elle aussi deux paramètres, chacun correspondant à une **string** , le premier étant l'alias de la classe fille, le deuxième étant l'alias de la classe parente.

Maintenant nous devons résoudre cette problématique d'héritage, le principe en soit est très simple, il faut que les prototypes de chacune de nos classes disposent d'une copie de toutes les méthodes et propriétés de leur classe parente sans pour autant remplacer les surchages de méthodes définie sur le prototype de la classe fille.

```
Tomahawk._getParentClass = function(child)
{
	var i = 0;
	var max = Tomahawk._extends.length;

	for (i = 0; i < max; i++ )
	{
		obj = Tomahawk._extends[i];
		if( obj["child"] == child )
			return obj;
	}

	return null;
};


Tomahawk._inherits = function( obj )
{
	var child = null;
	var ancestor = null;
	var superParent = Tomahawk._getParentClass(obj["ancestor"]);

	if( superParent != null )
		Tomahawk._inherits(superParent);

	child = Tomahawk._classes[obj["child"]];
	ancestor = Tomahawk._classes[obj["ancestor"]];

	if( child != null && ancestor != null )
	{
		ancestor = new ancestor();
		for( var prop in ancestor )
		{
			if( !child.prototype[prop] )
			{
				child.prototype[prop] = ancestor[prop];
			}
		}
	}
};
```

Et enfin, il nous faut une méthode pour démarrer tout ça :

```
Tomahawk.run = function()
{
	var obj = null;
	var i = 0;
	var max = Tomahawk._extends.length;

	for (i = 0; i < max; i++ )
	{
		Tomahawk._inherits( Tomahawk._extends[i] );
	}
}
```

Les Namespaces

Dans le domaine de la programmation orientée objet un **namespace** est comme son nom l'indique, un espace de nom, **cela sert à pouvoir définir autant de fonctions, classes etc... au sein d'un même domaine**. Concrètement **cela évite les collisions de nom** que l'on peut retrouver par exemple, dans le cas de l'utilisation de librairies javascript différentes.

Exemple:

- **La librairie A contient une fonction nommée "google"**, j'ai besoin de cette fonctionnalité, du coup j'utilise la librairie associée.
- **La librairie B contient également une fonction nommée "google"**, elle ne fait pas le même chose, cependant j'ai besoin d'autres fonctionnalités de cette librairie, du coup je l'inclus également dans ma page.

Le problème c'est que **ces deux librairies vont entrer en collision** à cause de cette fonction nommée "google" du coup la fonction google sera **redéfinie,** ce qui fait que la première librairie sera en partie inutilisable.

Pour résoudre ce problème, on utilise les namespaces, le problème c'est qu'il n'existe **pas de mécanisme propre au langage Javascript** permettant de déclarer ou de changer de namespace.

Heureusement, **le prototypage** peut encore venir à notre secours, en effet, il suffit de créer un objet (à qui l'on donnera le nom de notre namespace) et de créer nos classes en tant que propriété de cet objet, concrètement ça donne cela:

```
// fonction message classique
function Message()
{
	console.log("Message 1");
};



// fonction message incluse dans le namespace "tomahawk"

var tomahawk = new Object();
tomahawk.Message = function()
{
	console.log("Message 2");
};

Message();
tomahawk.Message();
```

Nous avons passé en revue les namespaces et leur utilité, nous pouvons maintenant passer à la prochaine étape, la gestion des médias, ou assets (les sons et les images quoi).

Note: dans les chapitres suivants nous n'utiliserons pas de namespaces afin de garder une certaine aisance, de plus vous pourrez ainsi adapter le code source en utilisant votre propre namespace.

IV Gestion des médias (ou assets)

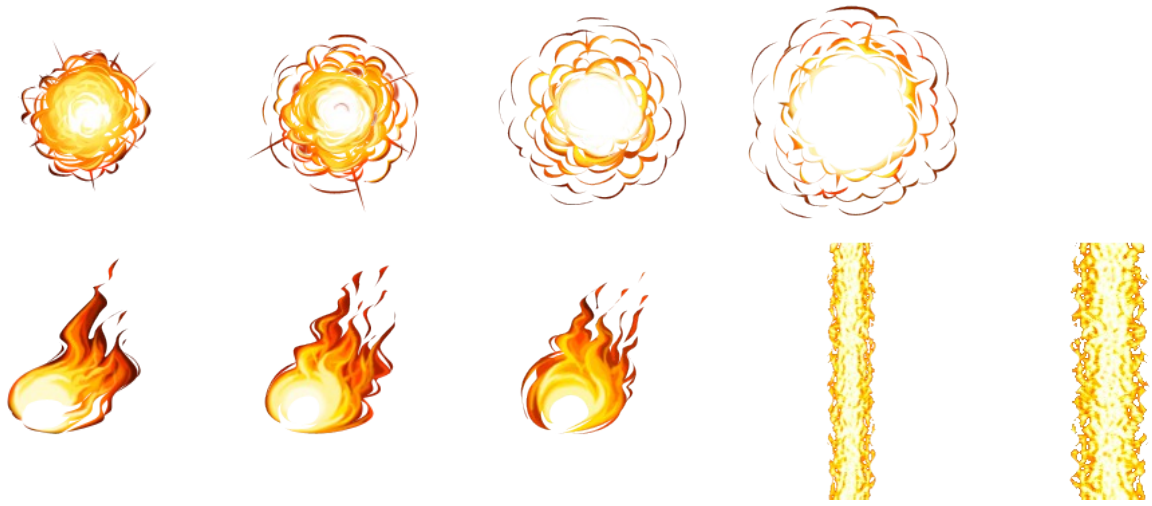
Note :

Précédemment, nous avons convenu que nous utiliserions le mot texture pour désigner une image, car cela correspond à un vocabulaire très utilisé dans le jeu vidéo. Pour les besoins de ce chapitre, nous allons coder une classe nommée Texture dont l'une des propriétés sera une image.

Par soucis de clarté nous allons donc réutiliser le mot image pour parler d'une image, le mot texture désignera dorénavant un objet de type Texture.

Introduction aux spritesheets

Nous commençerons ce chapitre avec une introduction à la notion de **spritesheet**.
Une spritesheet est une image qui contient les différentes étapes d'une même animation, par exemple, l'image suivante est une spritesheet livrée avec le logiciel **RPG Maker** représentant une explosion:



A quoi peut-elle bien nous servir, pourquoi ne pas charger une multitude d'image plutôt qu'une seule et s'embarasser à gérer cela ? Et bien tout simplement parceque charger une seule et même image permet **d'alléger le poids total des assets et d'optimiser les performances d'affichage** (mais ça nous le verrons plus tard).

Sachez juste que si l'on avait découpé l'image ci-dessus en de multiples images, cela **aurait pesé plus lourd** car chaque image possède ses propres **headers** çàd quelques octets au tout début du fichier qui contiennent des infos à propos de celui-ci.

De plus, s**elon le type de fichier, l'encodage, la compression peuvent répresenter une contrainte de poids supplémentaire** que l'on multipliera si l'on a plusieurs fichiers.

Et pour finir, sachez qu'**un serveur HTTP préférera toujours vous envoyer un seul et même fichier plutôt qu'une multitude de petits fichiers**, cela lui demande à chaque fois un temps d'accès au disque dur ainsi que la construction d'une requête HTTP de retour etc... Bref beaucoup de travail en trop pour rien.

Laissons maintenant les spritesheets, nous y reviendrons plus tard (au moment de créer des animations) et passons maintenant au chargement et au stockage des images.

Gestion des Assets : AssetsLoader et AssetsManager

Nous allons maintenant passer à la gestion de ces images, pour cela nous allons **coder deux classes** très utiles, l'une nous permettra de **charger** une suite d'images, l'autre de **stocker** et de retrouver ces mêmes images (qui, plus tard, seront embarquée dans une classe Texture).

La classe AssetsLoader :

Tout d'abord nous allons commencer par les charger ces fameuses images et pour cela nous allons créer une classe que l'on nommera AssetsLoader, que nous mettrons dans un fichier à part du même nom.

Sa fonction sera de stocker les urls des images, d'y associer un alias, de charger toutes les images et d'appeler une fonction définie par l'utilisateur lorsque le chargement sera complet.

AssetsLoader.js

```
function AssetsLoader()
{
	this._loadingList = new Array();
};

Tomahawk.registerClass( AssetsLoader, "AssetsLoader" );

AssetsLoader._instance = null;
AssetsLoader.getInstance = function() // singleton
{
	if( AssetsLoader._instance == null )
		AssetsLoader._instance = new AssetsLoader();

	return AssetsLoader._instance;
};



AssetsLoader.prototype.onComplete = null;
AssetsLoader.prototype._loadingList = null;
AssetsLoader.prototype._data = null;



AssetsLoader.prototype.getData = function()
{
	return this._data;
};



AssetsLoader.prototype.addFile = function(fileURL, fileAlias)
{
	// on réinitialise les data
	this._data = new Object();

	// on stocke un objet contenant l"url et l'alias du fichier que l'on
	// utilisera pour le retrouver
	this._loadingList.push({url:fileURL,alias:fileAlias});
};
```

```
AssetsLoader.prototype.load = function()
{
	if( this._loadingList.length == 0 )
	{
		if( this.onComplete )
		{
			this.onComplete();
		}
	}
	else
	{
		var obj = this._loadingList.shift();
		var scope = this;
		var image = new Image();
		image.onload = function()
		{
			scope._onLoadComplete(image, obj.alias);
		};

		image.src = obj.url;
	}
};



AssetsLoader.prototype._onLoadComplete = function(image,alias)
{
	this._data[alias] = image;
	this.load();
};
```

sample1.html

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
	<meta charset="utf-8">
		<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0, user-scalable=0">
	<title></title>
	<script type="text/javascript" src="tomahawk/Tomahawk.js"></script>
	<script type="text/javascript" src="tomahawk/utils/AssetsLoader.js"></script>
	<script type="text/javascript" src="sample1.js"></script>
	<style type="text">
		canvas
		{
			border: 2px solid black;
			background-color: black;
		}
	</style>
</head>
<body>
	<canvas id="tomahawk"></canvas>
</body>
</html>
```

sample1.js

```
/* Point d'entrée de l'application */
function init()
{
	Tomahawk.run(); // on démarre la plateforme Tomahawk

	var scope = this;

	AssetsLoader.getInstance().onComplete = onComplete;
	AssetsLoader.getInstance().addFile("perso1.png","perso1");
	AssetsLoader.getInstance().addFile("perso2.png","perso2");
	AssetsLoader.getInstance().addFile("perso3.png","perso3");
	AssetsLoader.getInstance().addFile("ground.png","ground");
	AssetsLoader.getInstance().load();
}

function onComplete()
{
	console.log(AssetsLoader.getInstance().getData());
}
 window.onload = init;
```

Nous avons le code source de 3 fichiers:

- le fichier sample1.html, qui embarque les fichiers Tomahawk.js, sample1.js et AssetsLoader.js
- le fichier AssetsLoader.js qui contient le code de notre classe
- le fichier sample1.js qui se contente d'appeler une fonction init au chargement de la page.

Comme vous pouvez le constater, nous avons utiliser le **design pattern singleton**, qui consiste à retourner une seule et unique instance de la classe AssetsLoader, **c'est un choix personnel, ne vous sentez pas obligé d'y adhérer**, si vous souhaitez pouvoir créer plusieurs instances de la classe AssetsLoader ceci est votre droit.

Nous avons également utilisé notre fameuse classe Tomahawk ainsi que certaines de ses méthodes
Plus précisément nous avons enregistré la classe AssetsLoader à l'aide de la méthode statique Tomahawk.registerClass() puis nous avons démarré la plateforme à l'aide de l'appel à la méthode Tomahawk.run

Même si notre classe AssetsLoader stocke nos images, elle n'est pas vraiment faite pour ça, en effet, à chaque fois que nous l'utiliserons pour charger un nouveau groupe d'image, la propriété _data est réinitialisée, ce qui rend les données indisponibles.

Ce qu'il nous faudrait donc, c'est une classe dont la tâche serait de stocker et de restituer ces images, ce qui est précisémment le cas de la classe AssetsManager dont voici le code source:

AssetsManager.js

```
function AssetsManager()
{
	this._data = new Object();
};

Tomahawk.registerClass( AssetsManager, "AssetsManager" );

// singleton
AssetsManager._instance = null;
AssetsManager.getInstance = function()
{
	if( AssetsManager._instance == null )
		AssetsManager._instance = new AssetsManager();

	return AssetsManager._instance;
};

AssetsManager.prototype._data = null;

AssetsManager.prototype.getData = function()
{
	return this._data;
};

AssetsManager.prototype.getDataByAlias = function(alias)
{
	if( this._data[alias] )
		return this._data[alias];

	return null;
};

AssetsManager.prototype.addImage = function(image, alias)
{
	this._data[alias] = image;
};
```

Voilà, maintenant nous disposons d'une **classe de stockage des Assets**, notez que j'ai fais là aussi le choix du singleton, encore une fois ceci est une plus une question de goût qu'autre chose, essayez d'adapter le code à votre façon de faire.

Pour avoir un exemple d'utilisation de cette classe, il nous suffit de modifier légèrement le code du fichier sample1.js

Exemple:

```
function onComplete()
{
	var data = AssetsLoader.getInstance().getData();
	for( var alias in data )
	{
		AssetsManager.getInstance().addImage(data[alias],alias);
	}

	console.log(AssetsManager.getInstance().getDataByAlias("ground"));
}
```

L'on voit que l'on stocke toutes les images au sein de l'AssetsManager et que dès que l'on souhaite retrouver une des images, il nous suffit de **passer le nom de son alias** à la méthode *getDataByAlias* de l'objet *AssetsManager*.

Bien, nous savons charger, stocker, **retrouver des images en fonction d'un alias**, il nous faut à présent apprendre à nous en servir. Pour ce faire, je vous propose de passer tout de suite à la création de notre classe Texture.

La classe Texture

Pourquoi créer une classe Texture ? Nous avons déjà des images, nous savons les dessiner de toutes les façons possibles, alors pourquoi s'ennuyer à coder une classe par dessus ?

Et bien tout simplement parce que cette classe Texture contiendra des informations qui nous serons bien utiles plus tard, comme le nom de la texture, l'image associée (qui n'est pas forcément différente de celle d'une autre texture nous y reviendrons plus tard) etc...

C'est une classe dont on pourrait se passer, concrètement, on pourrait se débrouiller sans elle, mais elle nous facilite beaucoup la vie et plus c'est simple mieux c'est non ?

Voici sans plus tarder le code la classe Texture que nous placerons dans un fichier à part:

Texture.js

```
function Texture(){}

Tomahawk.registerClass( Texture, "Texture" );

Texture.prototype.data = null;
Texture.prototype.name = null;
Texture.prototype.rect = null;
```

Comme je vous l'ai dit, **cette classe nous servira uniquement à stocker des données additionnelles**. Pas de méthodes compliquées, rien que de la donnée. Parfois la simplification d'un code source tient à peu de choses...

Bien, voyons à présent comment nous pouvons nous en servir, reprenons le code de notre fichier sample1.js de tout à l'heure.

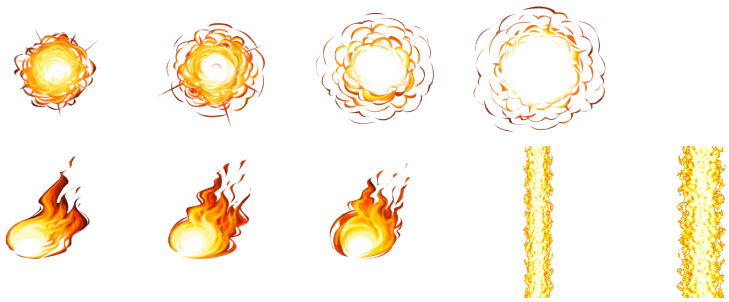
Sample1.js

```
function onComplete()
{
	var data = AssetsLoader.getInstance().getData();
	var canvas = document.getElementById('tomahawk');
	var context = canvas.getContext('2d');
	for( var alias in data )
	{
		AssetsManager.getInstance().addImage(data[alias],alias);
	}

	// on crée une nouvelle texture
	var texture = new Texture();

	// on lui associe l'image dont l'alias est ground
	texture.data = AssetsManager.getInstance().getDataByAlias("ground");

	// on lui donne un nom
	texture.name = "groundTexture";

	// on précise quelle est la portion d'image relatif à cette texture
	// un tableau dont les valeurs réprésentent les valeurs [x,y,width,height]
	// ici la portion d'image relatif à ma texture correspond à la moitié de
	texture.rect = [0,0,32,22];  l'image

	context.save();
	context.drawImage(	texture.data,
				texture.rect[0],
				texture.rect[1],
				texture.rect[2],
				texture.rect[3],
				0,
				0,
				100,
				100 );
	context.restore();
}
```

Attardons-nous un peu sur la propriété *rect* de la classe Texture voulez-vous, à quoi nous peut-elle bien nous servir ? Et bien tout l'interêt de cette propriété réside dans le fait qu'elle nous permet de préciser la portion de l'image à dessiner

"*Oui mais ça on pouvait déjà le savoir sans avoir à coder une classe pour cela, la preuve on l'a fait tout à l'heure sans utiliser tout ce code supplémentaire*"

Je vois qu'il y en a qui suivent, c'est bien. Et bien à cela je vous répondrais que oui tout à l'heure c'était plus simple mais moins pratique, car avec la classe que nous avons là, deux Textures différentes peuvent partager la même image, il leur suffira de définir une portion d'image différente afin de se distinguer l'une de l'autre. Reprenons notre image de tout à l'heure:



Ici, chaque portion de l'image répresente un état de l'explosion, ce qui veut dire que nous pouvons associer un objet Texture à chacun de ses états tout en chargeant une seule et même image.
Dans le cas de cette explosion, si je veux afficher le stade 0 de l'explosion, il me suffit de dessiner la texture associée, si je veux afficher le stade 1 puis 2 puis 3 il me suffira de changer de dessiner l'objet Texture correspondant.

Nous reparlerons de l'animation plus loin, nous allons nous intérésser maintenant à un autre moyen d'exploiter cette fameuse classe Texture.

Regrouper toutes les textures, la classe TextureAtlas

Comme nous venons de le voir la classe Texture possède un vrai potentiel qu'il nous faut maintenant exploiter, c'est pour cela que nous allons créer une classe nommée TextureAtlas dont le rôle sera de créer, de stocker, de restituer des objets de type Texture.

TextureAtlas.js

```
function TextureAtlas()
{
	this._textures = new Array();
}

Tomahawk.registerClass( TextureAtlas, "TextureAtlas" );

TextureAtlas.prototype._textures = null;
TextureAtlas.prototype.data = null;
TextureAtlas.prototype.name = null;

TextureAtlas.prototype.createTexture = function( name, startX, startY, endX, endY )
{
	var texture = new Texture();
	texture.name = name;
	texture.data = this.data;
	texture.rect = [startX, startY, endX, endY];

	this._textures.push(texture);
};

TextureAtlas.prototype.getTextureByName = function( name )
{
	var i = this._textures.length;
	var currentTexture = null;
	while( --i > -1 )
	{
		currentTexture = this._textures[i];
		if( currentTexture.name == name )
			return currentTexture;
	}

	return null;
};
```

```
TextureAtlas.prototype.removeTexture = function( name )
{
	var texture = this.getTextureByName(name);

	if( texture == null )
		return;

	var index = this._textures.indexOf(texture);
	this._textures.splice(index,1);
};
```

Modifions maintenant le code notre fichier sample1.js

```
function onComplete()
{
	var data = AssetsLoader.getInstance().getData();
	var canvas = document.getElementById('tomahawk');
	var context = canvas.getContext('2d');
	for( var alias in data )
	{
		AssetsManager.getInstance().addImage(data[alias],alias);
	}

	// on crée un nouvel atlas
	var atlas = new TextureAtlas();

	// on lui associe une image qui sera celle partagée par toutes les textures stockée en son sein
	atlas.data = AssetsManager.getInstance().getDataByAlias("ground");

	// on crée deux textures différentes, portant un nom différent, ayant chacune la même image
	// mais pas les mêmes portions d'image associées

	atlas.createTexture( "texture_1", 0,0,32,43);
	atlas.createTexture( "texture_2", 32,0,32,43);


	var texture = atlas.getTextureByName("texture_1");

	context.save();

	// on dessine la première texture
	context.drawImage(	texture.data,
						texture.rect[0],
						texture.rect[1],
						texture.rect[2],
						texture.rect[3],
						0,
						0,
						100,
						100 );

	texture = atlas.getTextureByName("texture_2");

	// puis la deuxième
	context.drawImage(	texture.data,
						texture.rect[0],
						texture.rect[1],
						texture.rect[2],
						texture.rect[3],
```

```
                                                110,
                                                0,
                                                100,
                                                100 );

        // en gros, nous avons dessiné les deux moitiés de l'image
        // sur une largeur et une hauteur de 100 pixels
        // les deux moitiés étant séparées de 10 pixels
        context.restore();
}
```

Dans l'ordre, nous avons d'abord crée un objet de type TextureAtlas, nous avons associé une image à sa propriété data puis nous avons crée 2 textures à l'aide la méthode createTexture de la classe TextureAtlas.

Cette méthode crée un nouvel objet de type Texture et se charge d'initialiser ses propriétés avec les bonnes informations, l'objet Texture est ensuite stocké et pourra être retrouvé à l'aide de la méthode getTextureByName de la classe TextureAtlas.

Pour finir, nous dessinons les deux textures sur le canvas.
Il ne nous reste plus qu'à implémenter le code qui nous permettra de stocker des objets de type Texture et TextureAtlas sur au sein d'un objet de type AssetsManager et nous aurons terminé ce chapitre.

Voici le code de la classe AssetsManager, notez que nous avons cette fois-ci bien fait le distinction entre tout les types de données différents :

```
function AssetsManager()
{
        this._images = new Object();
        this._atlases = new Object();
        this._textures = new Object();
};

Tomahawk.registerClass( AssetsManager, "AssetsManager" );

// singleton
AssetsManager._instance = null;
AssetsManager.getInstance = function()
{
        if( AssetsManager._instance == null )
                AssetsManager._instance = new AssetsManager();

        return AssetsManager._instance;
};

AssetsManager.prototype._images = null;
AssetsManager.prototype._atlases = null;
AssetsManager.prototype._textures = null;


// images
AssetsManager.prototype.getImages = function()
{
        return this._images;
};
```

```
AssetsManager.prototype.getImageByAlias = function(alias)
{
	if( this._images[alias] )
		return this._images[alias];

	return null;
};

AssetsManager.prototype.addImage = function(image, alias)
{
	this._images[alias] = image;
};

//atlases
AssetsManager.prototype.addAtlas = function(atlas, alias)
{
	this._atlases[alias] = atlas;
};

AssetsManager.prototype.getAtlases = function()
{
	return this._atlases;
};

AssetsManager.prototype.getAtlasByAlias = function(alias)
{
	if( this._atlases[alias] )
		return this._atlases[alias];

	return null;
};

//textures
AssetsManager.prototype.addTexture = function(texture, alias)
{
	this._textures[alias] = texture;
};

AssetsManager.prototype.getTextures = function()
{
	return this._textures;
};

AssetsManager.prototype.getTextureByAlias = function(alias)
{
	if( this._textures[alias] )
		return this._textures[alias];

	return null;
};
```

Maintenant que nous savons comment gérer les assets, nous allons apprendre à créer une structure pour les manipuler.

V) Les bases de l'affichage

Structure arborescente et DisplayList

Commençons par introduire la notion de DisplayList, qu'est-ce qu'une DisplayList et à quoi cela sert-il ?
La DisplayList (traduire liste d'affichage) est, comme son nom l'indique, une structure de données contenant l'ensemble des informations à afficher. Pour les développeurs actionscript cette notion est évidente car intrinsèque au langage, pour les développeurs web cela se rapproche beaucoup du DOM.

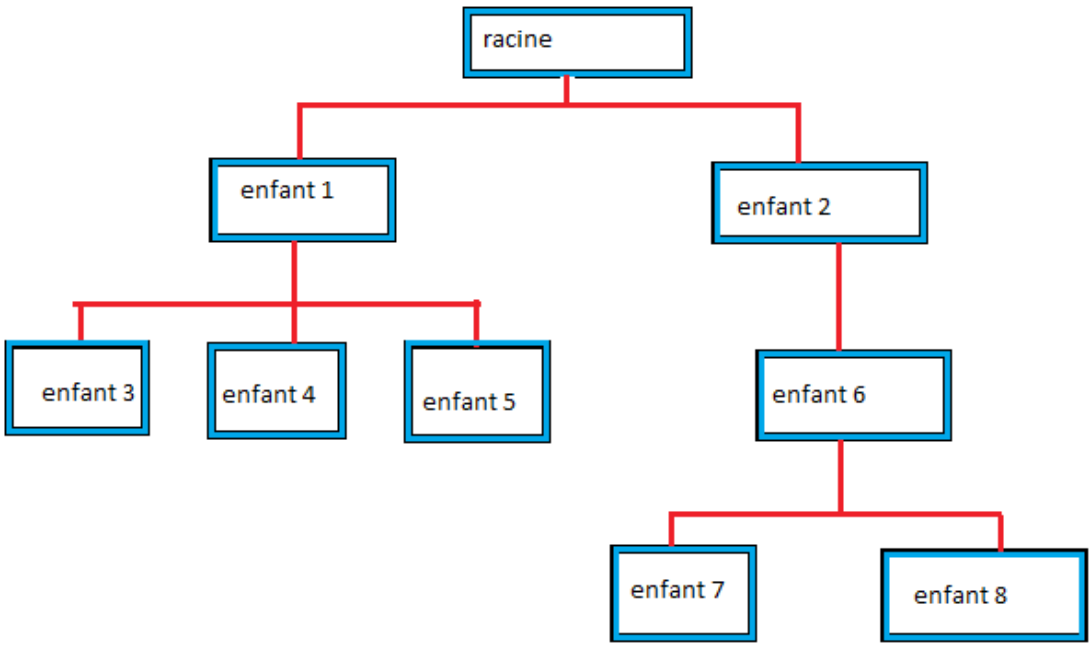
Il s'agit d'une structure arborescente possédant de par ce fait une racine et un nombre non fini de feuilles ou ramifications. Si on prend l'exemple du DOM, le code source suivant est un bel exemple de structure arborescente:

```
<div>
        <p>enfant numero 1</p>
        <p>enfant numero 2</p>
</div>
```

Ici la balise est le parent des balises <p> contenues en son sein, dans un vocabulaire algorithmique, et plus particulièrement dans le cas des structures arborescentes on parle de **noeuds ou de parents** et de **feuilles ou d'enfants**

L'exemple plus haut est assez simple, mais une structure arborescente, de par sa nature, n'est jamais fini , comprendre par là que l'on peut toujours ajouter des enfants à parent.

Voici un schéma d'une autre structure, celle-ci part d'un noeud racine pour ensuite déployer ses enfants qui eux-même auront des enfants etc etc ...



Pour en revenir à notre DisplayList, sa structure sera similaire, çàd que nous partirons d'un objet d'affichage de départ pour ensuite progresser récursivement afin de parcourir chaque enfant de l'arbre.
Nous allons donc commencer par créer la classe d'affichage de base, la classe DisplayObject.

Le point de départ : La classe DisplayObject

Nous avons vu précédemment les différentes techniques de dessins possibles, puis nous avons crée une classe Texture destinée à être manipulée par un objet de type *Context* .

Notre classe DisplayObject doit reprendre l'ensemble de ces éléments tout en gardant un esprit "objet" çàd, qu'il nous faudra pouvoir la manipuler aisément. Le modèle de l'API du langage Actionscript 3 est plutôt clair, nous allons donc nous caler dessus. Notre classe DisplayObject doit pouvoir gérer l'affichage et le stockage des données relatives à l'affichage de ce que l'on souhaite dessiner.

Voici une première version de notre classe DisplayObject, notez que la méthode *draw* de celle-ci dessine un carré rouge, ce carré rouge n'est présent que dans le but d'avoir un code prêt à tester, gardez à l'esprit qu'il ne devrait pas être présent, notre classe DisplayObject étant destiné à être une classe de base pour tout les objets d'affichage qui hériteront de ses fonctionnalités.

```
function DisplayObject(){}

Tomahawk.registerClass( DisplayObject, "DisplayObject" );

DisplayObject.prototype.name = null;
DisplayObject.prototype.parent = null;
DisplayObject.prototype.x = 0;
DisplayObject.prototype.y = 0;
DisplayObject.prototype.scaleX = 1;
DisplayObject.prototype.scaleY = 1;
DisplayObject.prototype.width = 0;
DisplayObject.prototype.height = 0;
DisplayObject.prototype.rotation = 0;
DisplayObject.prototype.alpha = 1;

DisplayObject._toRadians = Math.PI / 180;

DisplayObject.prototype.render = function( context )
{
	context.save(); // d'abord on sauvegarde le context

	//puis on applique les transformations, comme nous avons
	// dans les chapitres précédents
	context.translate(this.x, this.y);
	context.rotate(this.rotation * DisplayObject._toRadians);
	context.scale( this.scaleX, this.scaleY );
	context.globalAlpha = this.alpha;

	// puis on dessine
	this.draw(context);

	// et enfin on restaure le context sauvegardé plus haut
	context.restore();
};
```

```
DisplayObject.prototype.draw = function(context)
{
	// nous dessinon un rectangle rouge
	context.beginPath();
	context.fillStyle = "red";
	context.fillRect(0, 0, this.width, this.height);
	context.fill();
}
```

Voici une première version de notre classe DisplayObject, si vous souhaitez la tester, c'est assez simple, il vous suffit de créer un objet de type DisplayObject et d'appeller sa méthode render en lui passant le context en paramètre. Expérimentez, changez les propriétés de votre objet, son alpha, son scaleX, sa rotation etc... vous verrez on s'y fait rapidement.

Nous allons maintenant passer à une classe un peu plus intéréssante, car elle sera destinée à dessiner des textures, la classe Bitmap.

Enfin des textures : La classe Bitmap

Nous allons à présent afficher des textures, pour cela nous allons coder une classe que nous nommerons Bitmap, cette classe héritera de la classe DisplayObject, ce qui fait qu'elle disposera de toutes les fonctionnalités de celle-ci en plus des siennes propres.

Sans plus tarder, voici le code:

```
function Bitmap(){}

Tomahawk.registerClass( Bitmap, "Bitmap" );
Tomahawk.extend( "Bitmap", "DisplayObject" );

Bitmap.prototype.texture = null;

Bitmap.prototype.draw = function( context )
{
	var rect = this.texture.rect;
	var data = this.texture.data;

	context.drawImage(	data, rect[0], rect[1], rect[2], rect[3], 0, 0, this.width, this.height );
};
```

Notez que l'on utilise bien les méthodes statiques de notre classe Tomahawk pour résoudre cette problématique d'héritage, nous avons donc bien hérité des propriétés et des méthodes de la classe DisplayObject.

Nous avons également ajouté une propriété à notre classe Bitmap, que nous avons nommé *texture.* Celle-ci, comme on peut s'en douter, représente un objet de type Texture.

La seule méthode a avoir été redéfinie est la méthode *draw*, ici, elle nous permet de dessiner notre texture, de la même façon que dans le chapitre précédent.

Voici un exemple de code qui nous permettra d'afficher un objet de type bitmap.

Sample1.js

```
/* Point d'entrée de l'application */
function init()
{
	// on démarre la plateforme Tomahawk puis on charge les fichiers
	Tomahawk.run();
	AssetsLoader.getInstance().onComplete = onComplete;
	AssetsLoader.getInstance().addFile("ground.png","ground");
	AssetsLoader.getInstance().load();
}

function onComplete()
{
	var data = AssetsLoader.getInstance().getData();
	var canvas = document.getElementById('tomahawk');
	var context = canvas.getContext('2d');

	for( var alias in data )
	{
		AssetsManager.getInstance().addImage(data[alias],alias);
	}

	// on crée un nouvel atlas
	var atlas = new TextureAtlas();

	// on lui associe une image qui sera celle partagée par toutes les textures stockée en son sein
	atlas.data = AssetsManager.getInstance().getImageByAlias("ground");

	// on crée deux textures différentes, portant un nom différent, ayant chacune la même image
	// mais pas les mêmes portions d'image associées
	atlas.createTexture( "texture_1", 0,0,64,43);

	var texture = atlas.getTextureByName("texture_1"); // on retrouve notre texture
	var bmp = new Bitmap(); // on créer un nouvel objet de type Bitmap
	bmp.texture = texture; // on y associe la texture
	bmp.width = 64; // on définie la largeur
	bmp.height = 43;//... puis la hauteur
	bmp.render(context);// et enfin on dessine le tout
}
```

Nous pouvons à présent manipuler des objets de type Bitmap, nous allons donc passer à la prochaine étape, le côté "imbrication" des objets d'affichage.

Objets imbriqués : La classe DisplayObjectContainer

Comme nous avons pu le voir précédemment, la notion de DisplayList implique une certaine récursivité, une "imbrication" en théorie infinie. L'implémentation d'un tel concept peut sembler compliquée mais il n'en est rien, en effet il nous "suffira" de créer un DisplayObject qui possède la capacité d'avoir des enfants.

Ainsi, lorsqu'on appellera la méthode "render" de ce DisplayObject, l'ensemble de ces enfants seront également dessinés, et si nous choisissons de ne pas dessiner cet objet, ses enfants ne le seront pas non plus.

Cette classe nous l'appelerons DisplayObjectContainer, voici son code source :

```
function DisplayObjectContainer(){this._construct();}

Tomahawk.registerClass( DisplayObjectContainer, "DisplayObjectContainer" );
Tomahawk.extend( "DisplayObjectContainer", "DisplayObject" );

DisplayObjectContainer.prototype.children = null;

DisplayObjectContainer.prototype._construct = function()
{
	this.children = new Array();
};

DisplayObjectContainer.prototype.addChild = function(child)
{
	if( child.parent )
	{
		child.parent.removeChild(child);
	}

	child.parent = this;
	this.children.push(child);
};

DisplayObjectContainer.prototype.getChildAt = function (index)
{
	return this.children[index];
};

DisplayObjectContainer.prototype.getChildByName = function(name)
{
	var children = this.children;
	var i = children.length;

	while( --i > -1 )
	{
		if( children[i].name == name )
			return children[i];
	}

	return null;
};

DisplayObjectContainer.prototype.addChildAt = function(child, index)
{
	var children = this.children;
	var tab1 = this.children.slice(0,index);
	var tab2 = this.children.slice(index);
	this.children = tab1.concat([child]).concat(tab2);

	child.parent = this;
};

DisplayObjectContainer.prototype.removeChildAt = function(index)
{
	var child = this.children[index];
	if( child )
		child.parent = null;
	this.children.splice(index,1);
};
```

```
DisplayObjectContainer.prototype.removeChild = function(child)
{
	var index = this.children.indexOf(child);

	if( index > -1 )
		this.children.splice(index,1);

	child.parent = null;
};

DisplayObjectContainer.prototype.draw = function( context  )
{
	var children = this.children;
	var i = 0;
	var max = children.length;
	var child = null;

	for( ; i < max; i++ )
	{
		child = children[i];
		child.render(context);
	}
};
```

Comme vous pouvez le constater, cette classe hérite de DisplayObject, elle possède donc les propriétés et les méthodes d'un objet de type DisplayObject, avec cependant quelques petites choses en plus.

Comme cette propriété "children" qui comme son nom l'indique, va lui servir à stocker des enfants et à boucler dessus au sein de la méthode "draw" qui pour le coup a été redéfinie.

Les méthodes "addChild" et "addChildAt" sont là pour ajouter un enfant, soit à la fin de la liste des enfants, soit à un index précis, les enfants étant dessiné dans l'ordre.

Les méthodes "removeChild" et "removeChildAt" sont là pour enlever un enfant à notre DisplayObjectContainer, soit un enfant précis dans le cas de "removeChild" soit un enfant se situant à un index précis dans le cas de "removeChildAt".

La méthode "getChildAt" nous renvoie l'enfant situé à l'index passé en paramètre.

La méthode "getChildByName" nous renvoie le premier enfant dont le nom est égal à celui passé en paramètre.

Voici un exemple de code mettant en pratique notre DisplayObjectContainer:

sample1.js

```
/* Point d'entrée de l'application */
function init()
{
	// on démarre la plateforme Tomahawk puis on charge les fichiers
	Tomahawk.run();
	AssetsLoader.getInstance().onComplete = onComplete;
	AssetsLoader.getInstance().addFile("ground.png","ground");
	AssetsLoader.getInstance().load();
}

function onComplete()
{
	var data = AssetsLoader.getInstance().getData();
	var canvas = document.getElementById('tomahawk');
	var context = canvas.getContext('2d');
```

```
	for( var alias in data )
	{
		AssetsManager.getInstance().addImage(data[alias],alias);
	}

	// on crée un nouvel atlas
	var atlas = new TextureAtlas();


	// on lui associe une image qui sera celle partagée par toutes les textures stockée en son sein
	atlas.data = AssetsManager.getInstance().getImageByAlias("ground");

	// on crée deux textures différentes, portant un nom différent, ayant chacune la même image
	// mais pas les mêmes portions d'image associées
	atlas.createTexture( "texture_1", 0,0,64,43);


	var container = new DisplayObjectContainer(); // on crée un objet de type DisplayObjectContainer
	var texture = atlas.getTextureByName("texture_1"); // on retrouve notre texture
	var bmp = new Bitmap(); // on créer un nouvel objet de type Bitmap
	bmp.texture = texture; // on y associe la texture
	bmp.width = 64; // on définie la largeur
	bmp.height = 43;//... puis la hauteur

	container.addChild(bmp); // et on l'ajoute à la liste des enfants du container

	// on recommence l'opération tout en changeant les coordonnées du deuxième enfant
	bmp = new Bitmap();
	bmp.texture = texture;
	bmp.width = 64;
	bmp.height = 43;
	bmp.x = 100;
	bmp.y = 100;

	container.addChild(bmp);

	// et on appelle la méthode render du DisplayObjectContainer
	container.render(context);
}
```

Comme vous pouvez le constater, les deux enfants, des objets de type Bitmap, sont tout les deux dessinés à l'écran et tout ça en appelant la méthode render de leur parent.

- Racine de la DisplayList : classe Stage

Nous allons à présent passer à la dernière étape essentielle de la DisplayList, la **racine.**
Dans le graphique de tout à l'heure, on peut voir que toute structure arborescente possède une racine, un point de départ.

Par définition, ce point de départ ne possède pas de parent, et si nous explorons chacun de ses enfants de manière récursive, nous parcourons l'ensemble de l'arbre.

A l'heure actuelle, nous pourrions déjà nous contenter de ce que nous avons, dans l'exemple précédent, la variable "container" possèdait deux enfants, des objets de type Bitmap, mais rien ne nous aurait empêché de lui ajouter un enfant (ou plusieurs) de type DisplayObjectContainer qui lui-même aurait contenu des enfants etc etc... Cette fameuse variable "container" devenait la racine de notre arbre.

Cependant, dans le cadre de notre moteur, il serait bon que notre racine possède quelques fonctionnalités supplémentaires, comme le fait d'appeler elle-même sa méthode "render" à un intervalle de temps régulier, déclenchant ainsi la première étape vers l'animation de nos objets en implémentant la notion de **frame**

Il serait bon également que notre racine gère également d'autres petites choses comme, le fait d'effacer le canvas à chaque frame, nous donner le nombre de frames par seconde etc... C'est ce que nous allons faire en introduisant la classe Stage.

```
function Stage()
{

	// on se sert de la fonction de base "webkitRequestAnimationFrame"
	// fourni par l'API html5
	window.requestAnimationFrame = (function()
	{

		return  window.requestAnimationFrame       ||  //Chromium
				window.webkitRequestAnimationFrame ||  //Webkit
				window.mozRequestAnimationFrame    || //Mozilla Geko
				window.oRequestAnimationFrame      || //Opera Presto
				window.msRequestAnimationFrame     || //IE Trident?
				function(callback, element){ //Fallback function
					window.setTimeout(callback, 10);
				}

	})();

	this._construct();
}

Tomahawk.registerClass( Stage, "Stage" );
Tomahawk.extend( "Stage", "DisplayObjectContainer" );

Stage._instance = null;
Stage.getInstance = function()
{
	if( Stage._instance == null )
		Stage._instance = new Stage();

	return Stage._instance;
};


Stage.prototype._lastTime = 0;
Stage.prototype._frameCount = 0;
Stage.prototype._fps = 0;
Stage.prototype._canvas = null;
Stage.prototype._context = null;
Stage.prototype._debug = false;

Stage.prototype.init = function(canvas)
{
	this._canvas = canvas;
	this._context = canvas.getContext("2d");
	this._enterFrame();
};


Stage.prototype._enterFrame = function()
{

	var curTime = new Date().getTime();
	var scope = this;

	this._frameCount++;
```

```
	if( curTime - this._lastTime >= 1000 )
	{
		this._fps = this._frameCount;
		this._frameCount = 0;
		this._lastTime = curTime;
	}

	this._context.clearRect(0,0,this._canvas.width,this._canvas.height);
	this._context.save();
	this.render(this._context);
	this._context.restore();

	if( this._debug == true )
	{
		this._context.save();
		this._context.beginPath();
		this._context.fillStyle = "black";
		this._context.fillRect(0,0,100,30);
		this._context.fill();
		this._context.fillStyle = "red";
		this._context.font = 'italic 20pt Calibri';
		this._context.fillText("fps: "+this._fps, 0,30);
		this._context.restore();
	}


	window.requestAnimationFrame(
		function()
		{
			scope._enterFrame();
		}
	);
};

Stage.prototype.getCanvas = function()
{
	return this._canvas;
};

Stage.prototype.getContext = function()
{
	return this._context;
};

Stage.prototype.getFPS = function()
{
	return this._fps;
};

Stage.prototype.setDebug = function( debug )
{
	this._debug = debug;
};
```

Comme vous pouvez le voir, notre classe Stage hérite de DisplayObjectContainer, ainsi nous pourrons lui ajouter des enfants. On, peut également constater quelques ajouts de fonctionnalités comme un compteur de FPS (frames par seconde) ou l'utilisation d'une méthode de l'API html5 "*requestAnimationFrame*".

Cette dernière est utilisé de préférence à la méthode setTimeout, en effet, le navigateur va la déclencher de lui-même après que toutes opérations de dessin soient terminées, optimisant ainsi l'affichage et donc la fluidité de notre application.

J'ai encore fait ici le choix du singleton, en effet, la racine est unique par définition, il ne sert donc à rien de créer de multiples instances de Stage, mais si vous trouvez une utilité quelconque à le faite, n'hésitez pas, expérimentez par vous-mêmes.

Comme d'habitude, voici le code d'exemple :

```
/* Point d'entrée de l'application */
function init()
{
	// on démarre la plateforme Tomahawk puis on charge les fichiers
	Tomahawk.run();
	AssetsLoader.getInstance().onComplete = onComplete;
	AssetsLoader.getInstance().addFile("ground.png","ground");
	AssetsLoader.getInstance().load();
}

function onComplete()
{
	var data = AssetsLoader.getInstance().getData();
	var canvas = document.getElementById('tomahawk');

	// on initialise la racine en lui envoyant la référence vers le canvas
	Stage.getInstance().init(canvas);

	for( var alias in data )
	{
		AssetsManager.getInstance().addImage(data[alias],alias);
	}

	// on crée un nouvel atlas
	var atlas = new TextureAtlas();


	// on lui associe une image qui sera celle partagée par toutes les textures stockée en son sein
	atlas.data = AssetsManager.getInstance().getImageByAlias("ground");

	// on crée deux textures différentes, portant un nom différent, ayant chacune la même image
	// mais pas les mêmes portions d'image associées
	atlas.createTexture( "texture_1", 0,0,64,43);



	var texture = atlas.getTextureByName("texture_1"); // on retrouve notre texture
	var bmp = new Bitmap(); // on créer un nouvel objet de type Bitmap
	bmp.texture = texture; // on y associe la texture
	bmp.width = 64; // on définie la largeur
	bmp.height = 43;//... puis la hauteur

	Stage.getInstance().addChild(bmp); // on ajoute l'enfant à la racine

	// on recommence l'opération tout en changeant les coordonnées du deuxième enfant
	bmp = new Bitmap();
	bmp.texture = texture;
	bmp.width = 64;
	bmp.height = 43;
	bmp.x = 100;
	bmp.y = 100;

	Stage.getInstance().addChild(bmp); // on l'ajoute aussi
	Stage.getInstance().setDebug(true);// on souhaite voir le fps
}
```

Beaucoup plus pratique n'est-ce pas ?

A l'avenir nous devrons seulement initialiser la racine en lui passant le canvas en paramètre. Nous n'avons plus à retrouver le context et à l'envoyer à toutes les instances de DisplayObject ou DisplayObjectContainer, la racine se charge de tout, et à chaque frame s'il vous plaît !

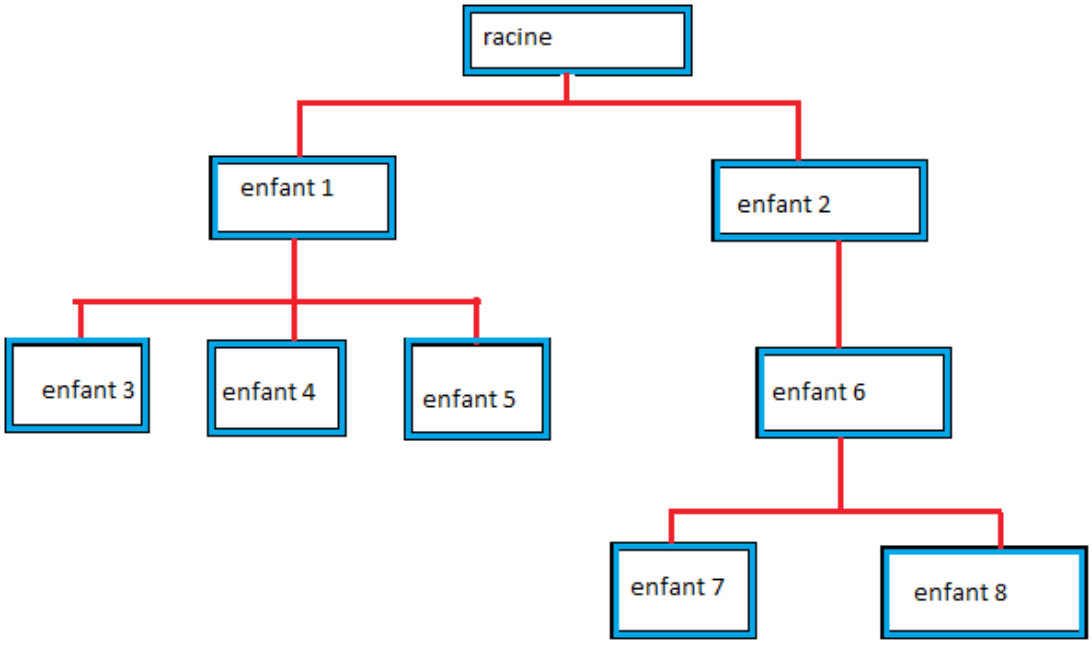
Nous allons maintenant enchaîner sur les transformations imbriquées, comment répércuter la rotation, la translation, le scale d'un parent sur l'ensemble de ses enfants et ainsi de suite ?

VI) Manipuler les objets : transformations et calculs matriciels.

- Le problème des transformations imbriquées.

Le problème des transformations imbriquées est très simple, il faut que les transformations d'un parent soient répercutées sur ses enfants, et ce, de manière récursive et infinie. Concrètement, cela demande de connaître en permanence l'état actuel de l'ensemble des transformations appliquées sur un objet ET ajouter les siennes propres.

Exemple:



Admettons que dans le schéma suivant:

racine.x = 0
    enfant 1.x = 10
        enfant 3.x = 0
        enfant 4.x = 10
        enfant 5.x = 20

Si l'on part du principe que l'on doit répercuter les transformations du parent sur l'enfant alors les coordonnées **réelles** en x de chacun de ces DisplayObject seront:

racine.x = 0
    enfant 1.x = 10

enfant 3.x = 10
enfant 4.x = 20
enfant 5.x = 30

Cela paraît simple dit comme cela, mais si on ne sait pas comment le gérer proprement cela devient vite un enfer, surtout qu'il faut prendre en compte les autres types de transformations comme le scale ou la rotation.

Et si je vous disais que nous avons déjà la solution, due le code que nous avons écrit règle ce problème ?
Si je vous disais que sans le savoir vous avez utilisé l'outil mathématique adéquat ?
~~Que nous avons rejoints Morpheus et Néo...~~ , que nous avons utilisé des **matrices** ?

Mais qu'est-ce qu'une matrice ?

- Les matrices, pourquoi faire ?

Une matrice est un outil de mathématique permettant de résoudre certaines situations, elles sont, avec les Quaternions l'un des pans essentiels de la programmation graphique, bien que ces derniers soient surtout utilisés pour la 3D.

En notation mathématique, schématiquement cela ressemble à un tableau à 2 dimensions pouvant contenir le nombre de colonnes et de lignes dont on a besoin.

Voici la réprésentation usuelle d'une matrice identité possédant 4 lignes et 4 colonnes.

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Sachez seulement que l'une des propriétés principale de la matrice est sa **commutativité**, càd que les transformations qu'on lui applique se cumulent et que le résultat des opérations dépend de l'ordre dans lequel on les éxécute.

Ca ne vous rappelle rien, Les méthodes de transformation l'objet context bien sur !

- Comment utiliser les matrices ?

Les méthodes de transformation de l'objet context nous permettent de manipuler, à notre insu jusque là, une matrice 3x3 (3 lignes, 3 colonnes) et de lui appliquer des transformations.

Ce qui est génial c'est comme les matrices sont commutatives, les transformations que l'on applique se cumulent et que l'on peut à tout moment revenir à un état antérieur d'une matrice.
Les méthodes context.save() et context.restore(), sauvegardent et restituent (entre autres) l'état de la matrice de transformations à un instant *t*.

Qui fait que lorsque j'appelle la méthode *render* de mon DisplayObjectContainer je réalise l'opération suivante:

- je sauvegarde l'état actuel de la matrice
- j'applique mes transformations au context
- Je boucle sur mes enfants, j'appelle la méhode render de chacun et par la même j'applique les transformations des enfants au context etc etc... Ces transformations sont cumulées à celle de mon parent
- Je restaure le context sauvegardé à l'étape 1

L'opération est récursive et est déjà implémenté, essayez vous verrez que tout fonctionne

- Implémentation des matrices dans le moteur.

Les matrices sont présentes nativement dans le moteur, le seul défaut de l'API, c'est qu'elle ne nous permet pas de récupérer l'état actuel de la matrice et de le stocker quelque part, ce qui nous sera utile par la suite. Je vous propose donc d'implémenter les matrices d'une autre façon, à l'aide d'une classe Matrix2D dont voici le code source:

```
function Matrix2D(a, b, c, d, tx, ty)
{
	this.initialize(a, b, c, d, tx, ty);
}

// static public properties:

/**
 * An identity matrix, representing a null transformation.
 * @property identity
 * @static
 * @type Matrix2D
 * @readonly
 **/
Matrix2D.prototype.identity = null;// set at bottom of class definition.

/**
 * Multiplier for converting degrees to radians. Used internally by Matrix2D.
 * @property DEG_TO_RAD
 * @static
 * @final
 * @type Number
 * @readonly
 **/
Matrix2D.DEG_TO_RAD = Math.PI/180;


// public properties:
	/**
	 * Position (0, 0) in a 3x3 affine transformation matrix.
	 * @property a
	 * @type Number
	 **/
	Matrix2D.prototype.a = 1;

	/**
	 * Position (0, 1) in a 3x3 affine transformation matrix.
	 * @property b
	 * @type Number
	 **/
	Matrix2D.prototype.b = 0;

	/**
	 * Position (1, 0) in a 3x3 affine transformation matrix.
	 * @property c
	 * @type Number
	 **/
	Matrix2D.prototype.c = 0;
```

```
		/**
		 * Position (1, 1) in a 3x3 affine transformation matrix.
		 * @property d
		 * @type Number
		 **/
		Matrix2D.prototype.d = 1;

		/**
		 * Position (2, 0) in a 3x3 affine transformation matrix.
		 * @property tx
		 * @type Number
		 **/
		Matrix2D.prototype.tx = 0;

		/**
		 * Position (2, 1) in a 3x3 affine transformation matrix.
		 * @property ty
		 * @type Number
		 **/
		Matrix2D.prototype.ty = 0;



// constructor:
		/**
		 * Initialization method. Can also be used to reinitialize the instance.
		 * @method initialize
		 * @param {Number} [a=1] Specifies the a property for the new matrix.
		 * @param {Number} [b=0] Specifies the b property for the new matrix.
		 * @param {Number} [c=0] Specifies the c property for the new matrix.
		 * @param {Number} [d=1] Specifies the d property for the new matrix.
		 * @param {Number} [tx=0] Specifies the tx property for the new matrix.
		 * @param {Number} [ty=0] Specifies the ty property for the new matrix.
		 * @return {Matrix2D} This instance. Useful for chaining method calls.
		*/
		Matrix2D.prototype.initialize = function(a, b, c, d, tx, ty) {
			this.a = (a == null) ? 1 : a;
			this.b = b || 0;
			this.c = c || 0;
			this.d = (d == null) ? 1 : d;
			this.tx = tx || 0;
			this.ty = ty || 0;
			return this;
		};

// public methods:
		/**
		 * Concatenates the specified matrix properties with this matrix. All parameters are required.
		 * @method prepend
		 * @param {Number} a
		 * @param {Number} b
		 * @param {Number} c
		 * @param {Number} d
		 * @param {Number} tx
		 * @param {Number} ty
		 * @return {Matrix2D} This matrix. Useful for chaining method calls.
		 **/
		Matrix2D.prototype.prepend = function(a, b, c, d, tx, ty) {
			var tx1 = this.tx;
			if (a != 1 || b != 0 || c != 0 || d != 1) {
				var a1 = this.a;
				var c1 = this.c;
```

```
                        this.a  = a1*a+this.b*c;
                        this.b  = a1*b+this.b*d;
                        this.c  = c1*a+this.d*c;
                        this.d  = c1*b+this.d*d;
                }
                this.tx = tx1*a+this.ty*c+tx;
                this.ty = tx1*b+this.ty*d+ty;
                return this;
        };

        /**
         * Appends the specified matrix properties with this matrix. All parameters are required.
         * @method append
         * @param {Number} a
         * @param {Number} b
         * @param {Number} c
         * @param {Number} d
         * @param {Number} tx
         * @param {Number} ty
         * @return {Matrix2D} This matrix. Useful for chaining method calls.
         **/
        Matrix2D.prototype.append = function(a, b, c, d, tx, ty) {
                var a1 = this.a;
                var b1 = this.b;
                var c1 = this.c;
                var d1 = this.d;

                this.a  = a*a1+b*c1;
                this.b  = a*b1+b*d1;
                this.c  = c*a1+d*c1;
                this.d  = c*b1+d*d1;
                this.tx = tx*a1+ty*c1+this.tx;
                this.ty = tx*b1+ty*d1+this.ty;
                return this;
        };

        /**
         * Prepends the specified matrix with this matrix.
         * @method prependMatrix
         * @param {Matrix2D} matrix
         * @return {Matrix2D} This matrix. Useful for chaining method calls.
         **/
        Matrix2D.prototype.prependMatrix = function(matrix) {
                this.prepend(matrix.a, matrix.b, matrix.c, matrix.d, matrix.tx, matrix.ty);
                return this;
        };

        /**
         * Appends the specified matrix with this matrix.
         * @method appendMatrix
         * @param {Matrix2D} matrix
         * @return {Matrix2D} This matrix. Useful for chaining method calls.
         **/
        Matrix2D.prototype.appendMatrix = function(matrix) {
                this.append(matrix.a, matrix.b, matrix.c, matrix.d, matrix.tx, matrix.ty);
                return this;
        };

        /**
         * Generates matrix properties from the specified display object transform properties, and prepends
them with this matrix.
         * For example, you can use this to generate a matrix from a display object: var mtx = new
Matrix2D();
```

```
		 * mtx.prependTransform(o.x, o.y, o.scaleX, o.scaleY, o.rotation);
		 * @method prependTransform
		 * @param {Number} x
		 * @param {Number} y
		 * @param {Number} scaleX
		 * @param {Number} scaleY
		 * @param {Number} rotation
		 * @param {Number} skewX
		 * @param {Number} skewY
		 * @param {Number} regX Optional.
		 * @param {Number} regY Optional.
		 * @return {Matrix2D} This matrix. Useful for chaining method calls.
		 **/
		Matrix2D.prototype.prependTransform = function(x, y, scaleX, scaleY, rotation, skewX, skewY, regX,
regY) {
			if (rotation%360) {
				var r = rotation*Matrix2D.DEG_TO_RAD;
				var cos = Math.cos(r);
				var sin = Math.sin(r);
			} else {
				cos = 1;
				sin = 0;
			}

			if (regX || regY) {
				// append the registration offset:
				this.tx -= regX; this.ty -= regY;
			}
			if (skewX || skewY) {
				// TODO: can this be combined into a single prepend operation?
				skewX *= Matrix2D.DEG_TO_RAD;
				skewY *= Matrix2D.DEG_TO_RAD;
				this.prepend(cos*scaleX, sin*scaleX, -sin*scaleY, cos*scaleY, 0, 0);
				this.prepend(Math.cos(skewY), Math.sin(skewY), -Math.sin(skewX),
Math.cos(skewX), x, y);
			} else {
				this.prepend(cos*scaleX, sin*scaleX, -sin*scaleY, cos*scaleY, x, y);
			}
			return this;
		};

		/**
		 * Generates matrix properties from the specified display object transform properties, and appends
them with this matrix.
		 * For example, you can use this to generate a matrix from a display object: var mtx = new
Matrix2D();
		 * mtx.appendTransform(o.x, o.y, o.scaleX, o.scaleY, o.rotation);
		 * @method appendTransform
		 * @param {Number} x
		 * @param {Number} y
		 * @param {Number} scaleX
		 * @param {Number} scaleY
		 * @param {Number} rotation
		 * @param {Number} skewX
		 * @param {Number} skewY
		 * @param {Number} regX Optional.
		 * @param {Number} regY Optional.
		 * @return {Matrix2D} This matrix. Useful for chaining method calls.
		 **/
		Matrix2D.prototype.appendTransform = function(x, y, scaleX, scaleY, rotation, skewX, skewY, regX,
regY) {

			if (rotation%360) {
```

```
                        var r = rotation*Matrix2D.DEG_TO_RAD;
                        var cos = Math.cos(r);
                        var sin = Math.sin(r);
                } else {
                        cos = 1;
                        sin = 0;
                }

                if (skewX || skewY) {
                        // TODO: can this be combined into a single append?
                        skewX *= Matrix2D.DEG_TO_RAD;
                        skewY *= Matrix2D.DEG_TO_RAD;
                        this.append(Math.cos(skewY), Math.sin(skewY), -Math.sin(skewX),
Math.cos(skewX), x, y);
                        this.append(cos*scaleX, sin*scaleX, -sin*scaleY, cos*scaleY, 0, 0);
                } else {
                        this.append(cos*scaleX, sin*scaleX, -sin*scaleY, cos*scaleY, x, y);
                }

                if (regX || regY) {
                        // prepend the registration offset:
                        this.tx -= regX*this.a+regY*this.c;
                        this.ty -= regX*this.b+regY*this.d;
                }
                return this;
        };

        /**
         * Applies a rotation transformation to the matrix.
         * @method rotate
         * @param {Number} angle The angle in radians. To use degrees, multiply by
<code>Math.PI/180</code>.
         * @return {Matrix2D} This matrix. Useful for chaining method calls.
         **/
        Matrix2D.prototype.rotate = function(angle) {
                var cos = Math.cos(angle);
                var sin = Math.sin(angle);

                var a1 = this.a;
                var c1 = this.c;
                var tx1 = this.tx;

                this.a = a1*cos-this.b*sin;
                this.b = a1*sin+this.b*cos;
                this.c = c1*cos-this.d*sin;
                this.d = c1*sin+this.d*cos;
                this.tx = tx1*cos-this.ty*sin;
                this.ty = tx1*sin+this.ty*cos;
                return this;
        };

        /**
         * Applies a skew transformation to the matrix.
         * @method skew
         * @param {Number} skewX The amount to skew horizontally in degrees.
         * @param {Number} skewY The amount to skew vertically in degrees.
         * @return {Matrix2D} This matrix. Useful for chaining method calls.
         */
        Matrix2D.prototype.skew = function(skewX, skewY) {
                skewX = skewX*Matrix2D.DEG_TO_RAD;
                skewY = skewY*Matrix2D.DEG_TO_RAD;
                this.append(Math.cos(skewY), Math.sin(skewY), -Math.sin(skewX), Math.cos(skewX), 0, 0);
                return this;
```

```
	};

	/**
	 * Applies a scale transformation to the matrix.
	 * @method scale
	 * @param {Number} x The amount to scale horizontally
	 * @param {Number} y The amount to scale vertically
	 * @return {Matrix2D} This matrix. Useful for chaining method calls.
	 **/
	Matrix2D.prototype.scale = function(x, y) {
		this.a *= x;
		this.d *= y;
		this.c *= x;
		this.b *= y;
		this.tx *= x;
		this.ty *= y;
		return this;
	};

	/**
	 * Translates the matrix on the x and y axes.
	 * @method translate
	 * @param {Number} x
	 * @param {Number} y
	 * @return {Matrix2D} This matrix. Useful for chaining method calls.
	 **/
	Matrix2D.prototype.translate = function(x, y) {
		this.tx += x;
		this.ty += y;
		return this;
	};

	/**
	 * Sets the properties of the matrix to those of an identity matrix (one that applies a null
transformation).
	 * @method identity
	 * @return {Matrix2D} This matrix. Useful for chaining method calls.
	 **/
	Matrix2D.prototype.identity = function() {
		this.a = this.d = 1;
		this.b = this.c = this.tx = this.ty = 0;
		return this;
	};

	/**
	 * Inverts the matrix, causing it to perform the opposite transformation.
	 * @method invert
	 * @return {Matrix2D} This matrix. Useful for chaining method calls.
	 **/
	Matrix2D.prototype.invert = function() {
		var a1 = this.a;
		var b1 = this.b;
		var c1 = this.c;
		var d1 = this.d;
		var tx1 = this.tx;
		var n = a1*d1-b1*c1;

		this.a = d1/n;
		this.b = -b1/n;
		this.c = -c1/n;
		this.d = a1/n;
		this.tx = (c1*this.ty-d1*tx1)/n;
		this.ty = -(a1*this.ty-b1*tx1)/n;
```

```
		return this;
	};

	/**
	 * Returns true if the matrix is an identity matrix.
	 * @method
 isIdentity
	 * @return {Boolean}
	 **/
	Matrix2D.prototype.isIdentity = function() {
		return this.tx == 0 && this.ty == 0 && this.a == 1 && this.b == 0 && this.c == 0 && this.d == 1;
	};

	/**
	 * Transforms a point according to this matrix.
	 * @method transformPoint
	 * @param {Number} x The x component of the point to transform.
	 * @param {Number} y The y component of the point to transform.
	 * @param {Point | Object} [pt] An object to copy the result into. If omitted a generic object with x/y
properties will be returned.
	 * @return {Point} This matrix. Useful for chaining method calls.
	 **/
	Matrix2D.prototype.transformPoint = function(x, y, pt) {
		pt = pt||{};
		pt.x = x*this.a+y*this.c+this.tx;
		pt.y = x*this.b+y*this.d+this.ty;
		return pt;
	};

	/**
	 * Decomposes the matrix into transform properties (x, y, scaleX, scaleY, and rotation). Note that this
these values
	 * may not match the transform properties you used to generate the matrix, though they will produce
the same visual
	 * results.
	 * @method decompose
	 * @param {Object} target The object to apply the transform properties to. If null, then a new object
will be returned.
	 * @return {Matrix2D} This matrix. Useful for chaining method calls.
	*/
	Matrix2D.prototype.decompose = function(target) {
		// TODO: it would be nice to be able to solve for whether the matrix can be decomposed into
only scale/rotation
		// even when scale is negative
		if (target == null) { target = {}; }
		target.x = this.tx;
		target.y = this.ty;
		target.scaleX = Math.sqrt(this.a * this.a + this.b * this.b);
		target.scaleY = Math.sqrt(this.c * this.c + this.d * this.d);

		var skewX = Math.atan2(-this.c, this.d);
		var skewY = Math.atan2(this.b, this.a);

		if (skewX == skewY) {
			target.rotation = skewY/Matrix2D.DEG_TO_RAD;
			if (this.a < 0 && this.d >= 0) {
				target.rotation += (target.rotation <= 0) ? 180 : -180;
			}
			target.skewX = target.skewY = 0;
		} else {
			target.skewX = skewX/Matrix2D.DEG_TO_RAD;
			target.skewY = skewY/Matrix2D.DEG_TO_RAD;
		}
```

```
		return target;
	};

	/**
	 * Reinitializes all matrix properties to those specified.
	 * @method reinitialize
	 * @param {Number} [a=1] Specifies the a property for the new matrix.
	 * @param {Number} [b=0] Specifies the b property for the new matrix.
	 * @param {Number} [c=0] Specifies the c property for the new matrix.
	 * @param {Number} [d=1] Specifies the d property for the new matrix.
	 * @param {Number} [tx=0] Specifies the tx property for the new matrix.
	 * @param {Number} [ty=0] Specifies the ty property for the new matrix.
	 * @return {Matrix2D} This matrix. Useful for chaining method calls.
	*/
	Matrix2D.prototype.reinitialize = function(a, b, c, d, tx, ty) {
		this.initialize(a,b,c,d,tx,ty);
		return this;
	};

	/**
	 * Copies all properties from the specified matrix to this matrix.
	 * @method copy
	 * @param {Matrix2D} matrix The matrix to copy properties from.
	 * @return {Matrix2D} This matrix. Useful for chaining method calls.
	*/
	Matrix2D.prototype.copy = function(matrix) {
		return this.reinitialize(matrix.a, matrix.b, matrix.c, matrix.d, matrix.tx, matrix.ty);
	};

	/**
	 * Returns a clone of the Matrix2D instance.
	 * @method clone
	 * @return {Matrix2D} a clone of the Matrix2D instance.
	 **/
	Matrix2D.prototype.clone = function() {
		return (new Matrix2D()).copy(this);
	};

	/**
	 * Returns a string representation of this object.
	 * @method toString
	 * @return {String} a string representation of the instance.
	 **/
	Matrix2D.prototype.toString = function() {
		return "[Matrix2D (a="+this.a+" b="+this.b+" c="+this.c+" d="+this.d+" tx="+this.tx+"
ty="+this.ty+")]";
	};

	// this has to be populated after the class is defined:
	Matrix2D.identity = new Matrix2D();
```

Maintenant nous disposons de notre propre classe pour manipuler des matrices, voici son implémentation au sein de la classe DisplayObject.

```
// nouvelle méthode render
DisplayObject.prototype.render = function( context )
{
	var mat = this.update();

	if( this.visible == false )
		return;
```

```
        context.save();
        context.globalAlpha = this.alpha;
        context.setTransform(mat.a,mat.b,mat.c,mat.d,mat.tx,mat.ty);
        this.draw(context);
        context.restore();
};

//Méthode update, qui nous permet d'actualiser la propriété this._matrix de la classe DisplayObject;
DisplayObject.prototype.update =  function()
{
        var current = this;
        var mat = this._matrix || new Matrix2D();
        mat.identity();

        while( current != null ){

                mat.prependTransform(current.x,
                                     current.y,
                                     current.scaleX,
                                     current.scaleY,
                                     current.rotation,
                                     current.skewX,
                                     current.skewY,
                                     current.pivotX,
                                     current.pivotY);

                current = current.parent;
        }

        this._matrix = mat;
        return this._matrix;
};
```

A présent nous disposons d'une classe nous permettant de cacluler l'état réel de l'ensemble des transformations appliquées à un DisplayObject, nous utilisons la méthode setTransform de l'objet context qui prend justement le nombre de paramètre suffisant pour redéfinir les composantes d'une matrice 3x3.

Ainsi nous allons pouvoir gérer pas mal de choses, notamment plus tard les collisions, mais pour l'heure nous allons faire une pause et passer à un chapitre plus léger, le modèle événementiel.

VII) Modèle événementiel et design pattern

- Pourquoi utiliser des événements ?

Commençons déjà par définir ce que nous entendons par un évenement, dans notre moteur il s'agira d'un objet , vecteur d'information, que l'on pourra lancer et attraper en fonction de qui est intéréssé par cet évenement.

Cela fonctionne un peu comme une newsletter, si vous êtes intéréssés par l'activité d'un site web, il est fort probable que vous ayez souscrit à leur programme de newsletter., votre email est alors stocké quelque part et un mail vous est envoyé au moment ou une news sort avec des informations sur cette ,news.

Un évenement dans notre moteur fonctionne exactement de la même manière, je notifie quelque part mon interet pour un évenement précis, et lorsque cet évenement se produit, je l'attrape et je m'en sers (ou non) Pour ceux qui connaissent déjà, c'est exactement la même chose que le modèle événementiel natif du Javascript ou de l'as3.

Quel est l'interêt d'utiliser un modèle évenementiel , de dispatcher, d'écouter des évenements ?

Quelques exemples:

- Déclencher une action au click sur un DisplayObject
- Appliquer un effet au rollover ou au rollout sur un DisplayObject
- Détecter quand un DisplayObject a été ajouté ou enlevé de la DisplayList
- Déclencher une fonction à chaque frame

En gros cela nous permet de gérer facilement l'interactivité de notre application.
Mias comment implémenter cela dans notre moteur ?

- Comment gérer un modèle événementiel, le design pattern observer

Pour ceux qui ne connaissent pas, le design pattern Observer consiste à ajouter/enlever des "écouteurs" (listener en anglais) à un objet. Ces écouteurs attendent un type d'évenement précis et chaque fois que l'objet sur lequel on a posé l'écouteur "lance" (ou dispatch) un évenement, l'ensemble des écouteurs attendant un évenement de ce type sont notifiés.

Concrètement lorsque un écouteur est notifié, une fonction de rappel (callbacl) définie au moment de l'ajout de l'écouteur est appelée,en règle générale l'evenement lui est passé en paramètre.

- Implémentation sur les objets d'affichage, la classe EventDispatcher et la classe Event

EventDispatcher.js

```
function EventDispatcher(){}

Tomahawk.registerClass( EventDispatcher, "EventDispatcher" );

EventDispatcher.prototype.parent = null;
EventDispatcher.prototype._listeners = null;

EventDispatcher.prototype.addEventListener = function( type, scope, callback, useCapture )
{
	this._listeners = this._listeners || new Array();
	var obj = new Object();
	obj.type = type;
	obj.scope = scope;
	obj.callback = callback;
	obj.useCapture = useCapture;
	this._listeners.push(obj);
};

EventDispatcher.prototype.hasEventListener = function(type)
{
	if( this._listeners == null )
		return false;

	var obj = new Object();
	var i = this._listeners.length;
	while( --i > -1 )
	{
		obj = this._listeners[i];
		if( obj.type == type )
			return true;
	}
};

EventDispatcher.prototype.dispatchEvent = function( event )
{
```

```
	this._listeners = this._listeners || new Array();
	var obj = new Object();
	var i = this._listeners.length;

	if( event.target == null )
		event.target = this;

	event.currentTarget = this;

	while( --i > -1 )
	{
		obj = this._listeners[i];

		if( obj.type == event.type )
		{
			if( event.target != this && obj.useCapture == false )
			{
				continue;
			}

			obj.callback.apply( obj.scope, [event] );
		}
	}

	if( event.bubbles == true && this.parent != null && this.parent.dispatchEvent )
	{
		this.parent.dispatchEvent(event);
	}
};

EventDispatcher.prototype.removeEventListener = function( type, scope, callback, useCapture )
{
	var listener = this.getEventListener(type);

	while( listener != null )
	{
		var obj = new Object();
		var i = this._listeners.length;
		var arr = new Array();

		while( --i > -1 )
		{
			obj = this._listeners[i];
			if( obj.type != listener.type || obj.scope != scope || obj.callback != callback ||
obj.useCapture != useCapture )
				return arr.push(obj);
		}

		this._listeners = arr;
		listener = this.getEventListener(type);
	}
};
```

Event.js

```
function Event(type, bubbles, cancelable)
{
	this.type = type;
	this.cancelable = cancelable;
	this.bubbles = bubbles;
}

Tomahawk.registerClass( Event, "Event" );
```

```
Event.prototype.type = null;
Event.prototype.bubbles = false;
Event.prototype.cancelable = true;
Event.prototype.data = null;
Event.prototype.target = null;
Event.prototype.currentTarget = null;

Event.prototype.stopPropagation = function()
{
	if( this.cancelable == true )
		this.bubbles = false;
};

//constantes

Event.ADDED				= "added";
Event.ADDED_TO_STAGE		= "addedToStage";
Event.ENTER_FRAME			= "enterFrame";
Event.REMOVED				= "removed";
Event.REMOVED_FROM_STAGE	= "removedFromStage";
```

Maintenant, nous pouvons faire hériter notre classe DisplayObject de la classe EventDispatcher, par conséquent tout nos DisplayObject seront désormais des EventDispatcher.
Pour ce faire, on doit ajouter la ligne suivante à notre classe DisplayObject

```
Tomahawk.extend( "DisplayObject", "EventDispatcher" );
```

Comme vous pouvez le constater, notre classe Event possède quelques constantes prédéfinies, Event.ADDED par exemple. Cette constante définit le type de l'évenement, ce type d'évenement sera dispatché par un DisplayObject au moment ou il est ajouté à un DisplayObjectContainer

Les 4 méthodes suivantes de notre classe DisplayObjectContainer seront alors modifiées:

```
DisplayObjectContainer.prototype.addChild = function(child)
{
	if( child.parent )
	{
		child.parent.removeChild(child);
	}

	child.parent = this;
	this.children.push(child);
	child.dispatchEvent( new Event(Event.ADDED, true, true) );
};


DisplayObjectContainer.prototype.addChildAt = function(child, index)
{
	var children = this.children;
	var tab1 = this.children.slice(0,index);
	var tab2 = this.children.slice(index);
	this.children = tab1.concat([child]).concat(tab2);

	child.parent = this;
	child.dispatchEvent( new Event(Event.ADDED, true, true) );
};

DisplayObjectContainer.prototype.removeChildAt = function(index)
{
```

```
	var child = this.children[index];
	if( child )
		child.parent = null;
	this.children.splice(index,1);
	child.dispatchEvent( new Event(Event.REMOVED, true, true) );
};

DisplayObjectContainer.prototype.removeChild = function(child)
{
	var index = this.children.indexOf(child);

	if( index > -1 )
		this.children.splice(index,1);

	child.parent = null;
	child.dispatchEvent( new Event(Event.REMOVED, true, true) );
};
```

Voilà, maintenant vous pouvez déclencher une action dès qu'un DisplayObjectContainer ajoute ou enlève un enfant.

Exemple:

```
function onAdded(event)
{
	console.log(event.type);
}

var container = new DisplayObjectContainer();
var disp = new DisplayObject();

disp.addEventListener(Event.ADDED, onAdded);
container.addChild(disp);
```

Comme vous avez pu le constater, a la méthode addEventListener possède un paramètre *useCapture.* Définit à true, ce paramètre vous donne la possibilité d'attraper les évenements dispatchés par les enfants de l'objet sur lequel on a posé l'écouteur, en gros cela veut dire que nous aurions pu reproduire l'exemple ci-dessus en posant l'écouteur directement sur le container.

Je vous invite à essayer, en guise d'exercice, observez également le code de la classe EventDispatcher et regardez comment cette fonctionnalité est gérée.

Maintenant que nous sommes capbles de manipuler les évenements, nous pouvons nous intérésser à la détection des actions de l''utilisateur comme le click par exemple.

VIII) Collisions et événements utilisateurs

- Comment détecter les événements souris ?

La détection des évenements souris est indispensable dès l'instant ou l'on souhaite interragir avec l''utilisateur. Le fait de bouger sa souris, de clicker ou double clicker ou même passer sa souris par dessus un objet sont des évenements qui méritent d'être notifiés, et quoi de mieux pour ça que notre modèle évenementiel ?

Mais comment savoir sur quel objet l'utilisateur a cliqué ? Existe t-il une méthode efficace nous permettant de savoir cela et si oui est-ce compliqué ? En premier lieu, sachez qu'il existe bien une méthode et que cette dernière, pour peu que l'on ait la théorie suffisante, est assez simple à implémenter. Nous allons donc commencer par la théorie.

- Théorie des collisions, les formules

Quand un utilisateur clique, nous obtenons un point dont nous souhaitons savoir si les coordonnées x et y se situe bien à "l'intérieur" d'un DisplayObject quelconque. Mathématiquement parlant, un DisplayObject est un rectangle dont les coordonnées des 4 coins sont aisément calculables à l'aide des propriétés **x,y,width et height** de l'objet en question.

La formule pour savoir un point se situe à l'intérieur ou non d'un rectangle se présente sous cette forme:

```
function isInRect(x,y, rectX, rectY, rectWidth, rectHeight)
{
	if(	x > rectX + rectWidth ||
		y > rectY + rectHeight ||
		x < rectX ||
		y < rectY
	)
	{
		return false;
	}
	else
	{
		return true;
	}
}
```

Dans le cas présent cela reste simple, mais dans le cas de notre classe DisplayObject, cela est un peu moins évident.

- Implémentation d'une méthode hitTest sur un DisplayObject

Nous allons implémenter une méthode nommée hitTest sur notre classe DisplayObject, celle-ci aura pour rôle de nous dire si oui ou non le point qu'on lui passe en paramètre entre en collision avec l'objet en question.

Seulement voilà, le point que l'on va passer à l'origine aura pour coordonnées les coordonnées du Stage, càd qu'elles ne correspondront pas au repère de données locales, car nos DisplayObject sont potentiellement transformés.

C'est pour pallier à ce soucis que nous avons implémenté des matrices !
Dans l'utilisation que l'on en fait les matrices nous servent à cumuler des transformations (celles des multiples parent et de l'enfant) pour arriver au résultat sur le stage, celui que l'on voit !
Et bien l'opération inverse est possible, partir d'un résultat sur le stage et arriver à une transformation dans l'espace local ! Pour cela il vous suffira d'utiliser la matrice inverse de celle que vous avez utilisé, et il se trouve que justement, la classe Matrix2D que nous avons utilisé dispose d'une méthode qui lui permet de s'inverser elle-même !

Nous allons donc pouvoir dores et déjà implémenter deux nouvelles méthodes très utiles sur notre classe DisplayObject.

- Une méthode localToGlobal qui prend en paramètre un point dans le système de coordonnées local du DisplayObject et qui le convertit en point dans le système de coordonnées global du Stage et l

- Une méthode globalToLocal, qui fait exactement l'inverse de la fonction précédente, c'est celle-ci que nous allons utiliser dans notre méthode hitTest pour convertir le point passé en paramètre. Ainsi nous pourrons vérifier si oui ou non, ce point est compris dans le rectangle du DisplayObject.

Voici les méthodes à ajouter à notre classe DisplayObject

```
DisplayObject.prototype.localToGlobal = function(x,y)
{
	var matrix = this._matrix;
	var pt = matrix.transformPoint(x,y);
	return pt;
};

DisplayObject.prototype.globalToLocal = function(x,y)
{
	var matrix = this._matrix.clone().invert();
	var pt = matrix.transformPoint(x,y);
	return pt;
};

DisplayObject.prototype.hitTest = function(x,y)
{
	if( this._matrix == null )
		this.update();

	var matrix = this._matrix.clone().invert();
	var pt1 = matrix.transformPoint(x,y);

	if( pt1.x < 0 || pt1.x > this.width || pt1.y < 0 || pt1.y > this.height )
		return false;
	else
		return true;
};
```

Maintenant, nous pouvons détecter si oui ou non, un DisplayObject est cliqué ou non encore faut-il déterminer si de DisplayObject ne se situe pas "en dessous" d'un autre. Ce dernier prendra alors automatiquement l'évenement souris, et l'objet se situant en dessous ne devra rien dispatcher;

Pour arriver à nos fins nous devons repartir dans notre bonne vieille classe Stage.
Le Stage étant la racine de notre DisplayList, nous avons donc accès à l'ensemble des DisplayObject.
Il suffit alors de parcourir l'ensemble de l'arbre de manière récursive à rebours et en partant du dernier objet dans la liste des enfants.

Au premier objet répondant au hitTest et possédant un écouteur pour le type d'évenement en cours, on stoppe le parcours de l'arbre et on fait en sorte que l'objet dispatche cet événement.
Nous pouvons procéder ainsi pour tout les évenements souris.

Voici le code à ajouter à la classe Stage:

```
Stage.prototype.init = function(canvas)
{
	var scope = this;
	var callback = function(event)
	{
		scope._mouseHandler(event);
	};

	this._canvas = canvas;
	this._context = canvas.getContext("2d");
	//this._canvas.style.width = window.innerWidth+'px';
	//this._canvas.style.height = window.innerHeight+'px';
	this._canvas.width = window.innerWidth;
	this._canvas.height = window.innerHeight;

	this.addEventListener(Event.ADDED, this, this._eventHandler,true);
	this._canvas.addEventListener("click",callback);
```

```
	this._canvas.addEventListener("mousemove",callback);
	this._canvas.addEventListener("mousedown",callback);
	this._canvas.addEventListener("mouseup",callback);
	this._enterFrame();
};

Stage.prototype._mouseHandler = function(event)
{
	var bounds = this._canvas.getBoundingClientRect();
	var x = event.clientX - bounds.left;
	var y = event.clientY - bounds.top;
	var activeChild = this._getMouseObjectUnder(x,y,this);
	var mouseEvent = null;
	var i = 0;
	this.mouseX = x;
	this.mouseY = y;


	if( event.type == "mousemove" && this._lastActiveChild != activeChild )
	{
		if( activeChild != null )
		{
			mouseEvent = MouseEvent.fromNativeMouseEvent(event,true,true,x,y);
			mouseEvent.type = MouseEvent.ROLL_OVER;
			activeChild.dispatchEvent(mouseEvent);
		}

		if( this._lastActiveChild != null )
		{
			mouseEvent = MouseEvent.fromNativeMouseEvent(event,true,true,x,y);
			mouseEvent.type = MouseEvent.ROLL_OUT;
			this._lastActiveChild.dispatchEvent(mouseEvent);
		}
	}
	else
	{
		if( activeChild != null )
		{
			mouseEvent = MouseEvent.fromNativeMouseEvent(event,true,true,x,y);
			activeChild.dispatchEvent(mouseEvent);
		}
	}

	this._lastActiveChild = activeChild;
};

Stage.prototype._getMouseObjectUnder = function(x,y,container)
{
	var under = null;
	var children = container.children;
	var i = children.length;
	var child = null;

	while( --i > -1 )
	{
		child = children[i];

		if( child.children )
		{
			under = this._getMouseObjectUnder(x,y,child);
			if( under != null )
				return under;
		}
```

```
                else if( child.mouseEnabled == true && child.hitTest(x,y) == true )
                {
                        return child;
                }
        }

        return null;
};
```

Et le code la classe MouseEvent, qui étend notre classe Event de base.

```
function MouseEvent(){}

Tomahawk.registerClass( MouseEvent, "MouseEvent" );
Tomahawk.extend( "MouseEvent", "Event" );

function MouseEvent(type, bubbles, cancelable)
{
        this.type = type;
        this.cancelable = cancelable;
        this.bubbles = bubbles;
}

MouseEvent.fromNativeMouseEvent = function(event,bubbles,cancelable,x,y)
{
        var type = "";
        var msevent = null;

        switch( event.type )
        {
                case "click": type = MouseEvent.CLICK; break;
                case "mousemove": type = MouseEvent.MOUSE_MOVE; break;
                case "mouseup": type = MouseEvent.MOUSE_UP; break;
                case "mousedown": type = MouseEvent.MOUSE_DOWN; break;
        }

        msevent = new MouseEvent(type,bubbles,cancelable);
        msevent.stageX = x;
        msevent.stageY = y;
        return msevent;
};

MouseEvent.CLICK                = "click";
MouseEvent.ROLL_OVER            = "rollOver";
MouseEvent.ROLL_OUT             = "rollOut";
MouseEvent.MOUSE_MOVE           = "mouseMove";
MouseEvent.MOUSE_DOWN           = "mouseUp";
MouseEvent.MOUSE_UP             = "mouseDown";
```

Nous sommes donc capables de dispatcher des événements souris, je vous laisse découvrir les détails de l'implémentation pour certains types d'évenements (comme le rollover et le rollout), maintenant nous allons passer aux animations.

XI) Les animations

- Comment animer ?

Nous avons déjà abordé brièvement le sujet en parlant des spritesheets, nous allons maintenant approfondir le sujet. Le but est d'arriver à dessiner une succession d'images avec une fluidité de 24 images par

secondes minimum (seuil à partir duquel l'oeil humain ne distingue plus d'effet de saccade).

Nous avons déjà une classe Bitmap, qui nous permet de dessiner une texture.
Ce qu'il nous faudrait, c'est une classe comme celle-ci mais qui changerait de texture à chaque frame, déclenchant l'effet d'animation desiré.

- Créer une classe MovieClip permettant de jouer une animation.

La classe Stage nous permet déjà découter un événement qui est dispatché à chaque frame, il nous suffit de souscrire un écouteur et de boucler sur toutes les textures que l'on a ajouté à notre objet.
Voici le code de la classe MovieClip.

```
function MovieClip()
{
	this._frames = new Array();
}

Tomahawk.registerClass( MovieClip, "MovieClip" );
Tomahawk.extend( "MovieClip", "Bitmap" );

MovieClip.prototype._frames = null;
MovieClip.prototype.currentFrame = 0;
MovieClip.prototype._enterFrameHandler = null;

MovieClip.prototype._enterFrameHandler = function(event)
{
	this.currentFrame++;
	if( this.currentFrame >= this._frames.length )
		this.currentFrame = 0;

	if( this._frames[this.currentFrame] )
	{
		this.texture = this._frames[this.currentFrame];
	}
};


MovieClip.prototype.setFrame = function( frameIndex, texture )
{
	this._frames[frameIndex] = texture;
};

MovieClip.prototype.play = function()
{
	Stage.getInstance().addEventListener(Event.ENTER_FRAME, this,this._enterFrameHandler);
};

MovieClip.prototype.stop = function()
{
	Stage.getInstance().removeEventListener(Event.ENTER_FRAME, this,this._enterFrameHandler);
};
```

Comme vous pouvez le constater, nous disposons:

- D'une méthode *setFrame* qui prend en paramètre l'index de la frame et la texture correspondant à la frame en question.
- D'une méthode play, qui nous permet de lançer l'animation.
- D'une méthode stop, qui nous permet de stopper l'animation
- D'une propriété *currentFrame* qui comme son nom l'indique, indique l'index de la frame en cours

- D'une méthode privée *_enterFrameHandler* qui boucle sur toutes les textures dont on dispose.

Voici une idée d'exercice simple: maitriser le fps propre à chaque MovieClip çàd que vous pourrez animer un MovieClip à 24 fps et un autre à 60fps par exemple.

X) Les filtres

- Base des filtres avec la balise canvas

Appliquer un filtre est une opération plutôt triviale avec canvas, en effet les étapes sont assez simples et peu nombreuses:

- On récupère les pixels du canvas à l'aide de la méthode *context.getImageData.*
- On manipule les pixels en bouclant dessus
- Enfin on réinjecte les pixels à l'aide de la méthode context.putImageData

Ainsi, le code suivant vous permettra d'appliquer une filtre de nuance de gris sur votre objet canvas

```
function grayscale(canvas,context)
{
	var pixels = context.getImageData(0,0,canvas.width,canvas.height);
	var data = pixels.data;

	for (var i=0; i<data.length; i+=4)
	{
		var r = data[i];
		var g = data[i+1];
		var b = data[i+2];
		var v = 0.2126*r + 0.7152*g + 0.0722*b;
		data[i] = data[i+1] = data[i+2] = v;
	}

	context.putImageData(canvas,context);
}
```

Essayez le code suivant, tentez vos propres variations, je vous y encourage vivement !
Maintenant voyons comment implémenter à un DisplayObject en particulier.
Le problème est qu'un filtre s'applique sur ce qui a déjà été dessiné et donc, par défaut, sur tout les DisplayObject dessinés avant celui sur lequel on souhaite appliquer le filtre.

Quà cela ne tienne, il existe une technique très simple pour contourner le problème,

- Créer une nouvelle instance de canvas qui servira de tampon ainsi que le context associé
- Dessiner notre DisplayObject dessus, sans aucune transformation
- Appliquer les filtres
- Puis dessiner le tampon sur le canvas originel.

Et voici l'implémentation de ces étapes sur notre classe DisplayObject

```
DisplayObject.prototype.filters = null; // ajout d'une nouvelle propriété, un tableau de filtres

// code de la méthode qui implémente nos différentes étapes pour l'application des filtres
DisplayObject.prototype._applyFilters = function()
{
	var canvas = document.createElement("canvas");
```

```
		var context = canvas.getContext("2d");
		canvas.width = this.width;
		canvas.height = this.height;

		this.draw(context);
		var i = 0;
		var max = this.filters.length;
		var filter = null;
		for( ; i < max; i++ )
		{
			filter = this.filters[i];
			filter.apply(canvas,context);
		}

		return canvas;
};

DisplayObject.prototype.render = function( context )
{
		this.update();

		if( this.visible == false )
			return;

		var mat = this._matrix;
		context.save();
		context.globalAlpha = this.alpha;
		context.setTransform(mat.a,mat.b,mat.c,mat.d,mat.tx,mat.ty);

		if( this.filters != null )
		{
			//  on appelle une nouvelle méthode _applyFilters
			var buffer = this._applyFilters();
			context.drawImage(canvas, 0, 0, buffer.width, buffer.height );
		}
		else
		{
			this.draw(context);
		}

		context.restore();
};
```

Nous avons vu comment implémenter le code sur la classe DisplayObject mais si vous faites bien attention, vous verrez que la méthode "*_appplyFilters*" boucle sur un tableau d'objets.

Chacun de ces objets est supposé disposer d'une méthode "*apply*", nous allons dès à présent implémenter la classe qui nous permettra d'obtenir ces objets, la classe PixelFilter.

- Implémentation de la classe PixelFilter

La classe PixelFilter sera notre classe de base pour les filtres, elle devra disposer

- D'une méthode *apply* qui prend 2 paramètres une référence vers le canvas et une référence vers le context de ce canvas.
- Une méthode *process* qui sera appelée par la méthode apply, c'est cette méthode que les classes filles surchargeront et dans laquelle le traitement des pixels se fera.
- Une méthode *getPixels* qui nous permettra de récupérer les pixels du canvas

- Une méthode *setPixels* qui nous permettra d'éditer les pixels du canvas.

Classe PixelFilter:

```
function PixelFilter(){}
Tomahawk.registerClass( PixelFilter, "PixelFilter" );

PixelFilter.prototype._canvas = null;
PixelFilter.prototype._context = null;

PixelFilter.prototype.getPixels = function()
{
	return this._context.getImageData(0,0,this._canvas.width,this._canvas.height);
};

PixelFilter.prototype.setPixels = function(pixels)
{
	context.putImageData(pixels,0,0);
};

PixelFilter.prototype.process = function()
{
	//code de notre filtre ici
};

PixelFilter.prototype.apply = function(canvas,context)
{
	this._canvas = canvas;
	this._context = context;
	this.process();
};
```

Et en cadeau, voici une classe nommée GrayScaleFilter, qui hérite de notre classe PixelFilter

```
classe GrayScaleFilter
function GrayScaleFilter(){}
Tomahawk.registerClass( GrayScaleFilter, "GrayScaleFilter" );
Tomahawk.extend( GrayScaleFilter, "PixelFilter" );

GrayScaleFilter.prototype.process = function()
{
	var pixels = this.getPixels();
	var data = pixels.data;

	for (var i=0; i<data.length; i+=4)
	{
		var r = data[i];
		var g = data[i+1];
		var b = data[i+2];
		var v = 0.2126*r + 0.7152*g + 0.0722*b;
		data[i] = data[i+1] = data[i+2] = v;
	}

	this.setPixels(pixels);
};
```

Voilà, nous avons passée en revue l'ensemble des notions qui vous seront nécéssaires pour construire un moteur d'affichage "*Flash Like*" avec l'API html5 de la balise Canvas, je vous encourage à tester vos propres

implémentations, à vous créer vous-mêmes vos propres exercices.

Sachez que le moteur Tomahawk existe et qu'il est disponible sur internet, il a pour vocation à être amélioré par une communauté de développeurs toujours plus grande et compétente, peut être vous ?

Les connaissances que vous avez acquises dans ce cours sont transversales, c'est à dire que vous pourrez les réutiliser dans d'autres langages.

En tout cas c'était un réel plaisir de passer ce temps en votre compagnie et j'espère sincèrement que vous avez apprécié cette première expérience dans le monde de la programmation des moteurs graphiques.
Je vous encourage à aller regarder à présent du côté des annexes, vous y trouverez quelques astuces pour améliorer encore plus les performances de votre nouveau moteur.

- XI) Annexes

    - Le tri rapide Qsort
    - Le tri d'entiers super rapide : Radix
    - Le clipping : exemple avec un BinaryTree
    - Optimisation des calculs matriciels.