Fondamentaux

- Qu'est-ce que le Web Assembly ?
- Comment ça marche
- La suite de la formation

Qu'est-ce que le Web Assembly ?

Qu’est-ce qui a motivé la création du WebAssembly ?

Aujourd'hui, en moyenne, les humains passent 6 heures et 56 minutes sur Internet chaque jour, ce qui est considérable et leur navigation est une grande partie de ce temps.

Le Web 2.0 a apporté de nombreux changements aux usages d'Internet. On peut maintenant créer de véritables applications dans le navigateur. Les derniers moteurs JavaScript, conjointement à l'arrivée de nouveaux standards web tels que le WebGL, ont permis une transformation radicale de l'utilisation d'Internet. Nous sommes passés d'un monde de consommation à un monde interactif.

Ces nouvelles utilisations d'Internet ne sont pas en adéquation avec l'idée première de JavaScript. Bien que JavaScript ait été amélioré, son caractère en tant que langage de script, son fonctionnement par interprétation et la rétrocompatibilité qu'il doit conserver depuis 1997 font qu'il ne peut plus satisfaire tous les usages du web.

Cependant, comme nous le découvrirons plus en détail plus tard, JavaScript demeure obligatoire pour l'utilisation du web et le WebAssembly n'est adapté qu'à peu de cas d'utilisation du web.

Quelles sont les prédécesseurs et alternatives ?

Avant l'arrivée de WebAssembly et même avant l'amélioration des performances de JavaScript grâce à la compilation JIT (Juste-à-Temps), il y avait déjà des alternatives à JavaScript pour exécuter du code dans le web. Voici une liste des principales solutions qui étaient disponibles :

- Action Script
- Flash
- Applet Java

Ces solutions, qui ont été abandonnées pour plusieurs raisons, étaient notamment handicapées par la nécessité d'installer un logiciel sur le PC de l'utilisateur, ce qui comportait des risques de sécurité et de commodité.

L'avènement des appareils mobiles a encore affaibli cette technologie.

Une autre possibilité est d'utiliser JavaScript avec les nouveaux standards, ce qui n'offre pas les mêmes performances, mais reste une alternative intéressante par rapport au WebAssembly. Celui-ci présente l'avantage de s'appuyer sur le langage et l'écosystème JavaScript, bien rodés.

Qu’est-ce que c’est que le WebAssembly ?

Le WebAssembly (WASM) est une toute nouvelle méthode d'exécution d'instructions non seulement dans le navigateur, mais aussi dans d'autres contextes. Après de nombreuses tentatives externes, le World Wide Web Consortium (W3C) a proposé une solution.

Cette solution devait répondre aux objectifs suivants :

- Efficacité
- Rapidité
- Sécurité
- Deboggabilité
- Part of the Web

Le point "Part of the Web" a pour but d'éviter les problèmes rencontrés par le passé lors de l'installation de Java et de l'exécution de code en dehors du navigateur. De plus, il fait référence à la grande compatibilité du Web et à l'utilisation de certaines API Web telles que `BigInt`.

Le WebAssembly, également appelé WASM, est une ISA (Instruction Set Architecture) virtuelle.

Une ISA est un modèle abstrait des opérations de base qu'il est possible d'effectuer avec un ordinateur.

Généralement, une ISA est un format binaire conçu pour s'exécuter sur une machine spécifique ou une architecture de processeur particulière. Le WebAssembly ne fait pas partie de cette catégorie, car il est destiné à une machine virtuelle et non à une machine physique.

L'ISA du WebAssembly a été conçue pour être compacte, portable et sécurisée. Les ISA classiques ne sont pas nécessairement conçues pour être compactes, mais le WebAssembly est destiné à être servi par un serveur web.

En raison de son jeu d'instructions, le WebAssembly n'est pas destiné à être codé directement. Il existe un langage assembleur qui permet d'avoir une représentation de chacune des instructions du WebAssembly, appelé WAT. Il est principalement utilisé pour le débogage, l'apprentissage ou pour aller plus loin dans l'optimisation.

Bien qu'il ne soit pas destiné à être codé directement, il peut être utilisé comme cible de compilation pour d'autres langages. **Ceci permet d'ouvrir le web à d'autres langages que le JavaScript.**

Le jeu d'instruction de WebAssembly dans sa version 1.0 contient 172 instructions. C'est assez peu, compte tenu de la duplication en fonction des types. En réalité, il y a environ cinquante instructions différentes. Ce nombre va augmenter avec le temps et les ajouts au standard, mais apprendre le WebAssembly maintenant est une belle opportunité, car en prenant les ajouts petit à petit, vous aurez une meilleure compréhension.

L’état de l’art aujourd’hui

Au moment de l'écriture, le WebAssembly en version 1.0 est pratiquement entièrement pris en charge par les navigateurs modernes. Vous pouvez suivre l'avancement du standard et des disponibilités sur la roadmap du projet “https://webassembly.org/roadmap/”.

Le WebAssembly promet beaucoup :

- Exécuter du code plus rapidement
- ISO-Fonctionnel
- Multi-langage

Dans la réalité, les choses ne sont pas si belles. En grande partie parce que la technologie est jeune, mais on ne sait pas comment elle va évoluer.

Exécuter du code plus rapidement

En effet, le WASM permet d'exécuter du code plus rapidement, cependant on ne peut pas faire toutes les opérations possibles avec. Par exemple, on ne peut pas manipuler le DOM.

Quand on sait qu'aujourd'hui, un processeur passe la plupart de son temps en mode IDLE à attendre des instructions, avoir un langage plus rapide ne changera pas les performances dans tous les cas. D'autres standards du Web vont traiter ces problèmes de performance, comme le shadow DOM et les "Web Components". Mais les cas où l'utilisation du WebAssembly apportera un gain de performance considérable sont peu fréquents. On peut citer les jeux vidéo, la cryptographie, le calcul brut de données, l'intelligence artificielle et encore d'autres. Peut-être que

le gain de performance apporté par le WebAssembly va amener de nouveaux usages.

ISO-fonctionnel

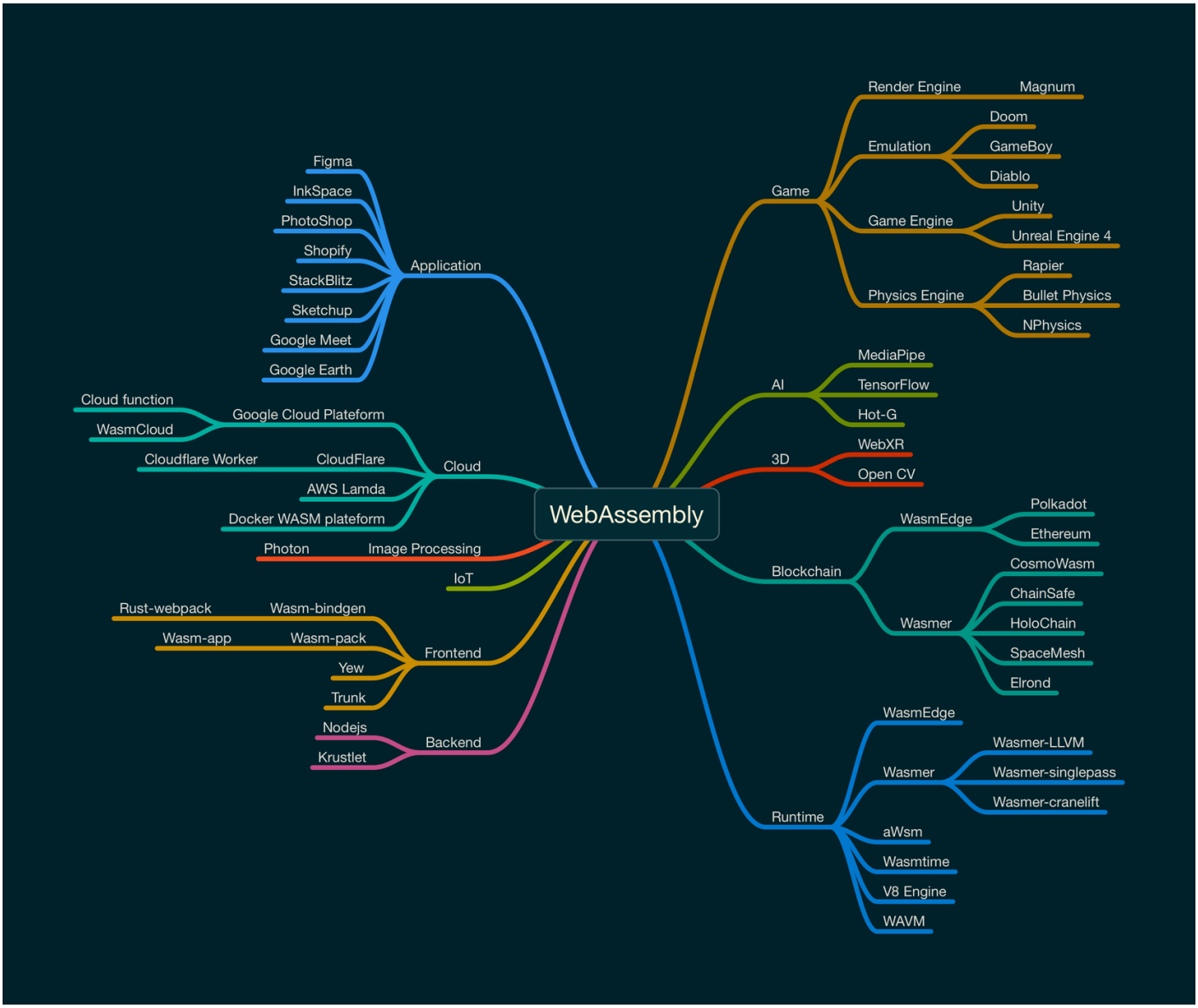
Cette promesse est presque atteinte. Au moment de l'écriture, Safari n'implémente pas une fonctionnalité du standard 1.0, mais cela n'empêche pas le fonctionnement du WebAssembly sur ce navigateur. Là où le support des navigateurs peut être un peu faible, c'est sur les débogueurs qui ne sont pas encore totalement au point et qui peuvent rendre la tâche un peu compliquée.

Multi-langage

Malgré le fait que le WASM soit destiné à la compilation, le support actuel des langages n'est pas parfait et aujourd'hui, beaucoup de langages restent indisponibles ou incomplets.

Les librairies

Les libraires peuvent tirer parti des fonctionnalités du WebAssembly. On peut citer QR2Text, qui permet de générer des `QrCode` et qui est plus performant que ses homologues en JavaScript (le `bundle` est plus petit). Cette librairie vient à l'origine d'un outil CLI fait en RUST et aucun changement dans le code n'a été nécessaire. D'autres frameworks, comme Flutter Web, utilisent le WebAssembly pour intégrer SKIA, un moteur de rendu qui permet d'afficher dans le web via le canvas une application Flutter.



Ressources

https://datareportal.com/reports/digital-2022-global-overview-report

https://www.youtube.com/watch?v=kCnYRhkfWHY

https://nostarch.com/art-webassembly

Comment ça marche

Dans cette partie, nous examinerons précisément les étapes pour passer du code source à son exécution en WebAssembly.

Étape 1 : Le code source

Dans un premier temps, nous devons écrire du code. Ce code peut être rédigé dans différents langages, à condition qu'ils soient compatibles avec un compilateur.

Il est également possible de partir d'un code existant, ce qui est plus fréquent lorsqu'on utilise C++, mais il est possible de le faire avec d'autres langages. Ces codes nécessitent généralement quelques adaptations, afin de se conformer aux contraintes des compilateurs.

Voici une liste non exhaustive des langages et leur maturité dans l'écosystème WebAssembly :

Les langages stables	**Les langages embryonnaires**
C#	Elexir
AssemblyScript	Java
C	Javascript
C++	Kotlin
F#	PHP
Go	Python
Zig	Ruby
Rust	Swift
WAT	Lisp

Étape 2 : La Compilation

Dans cette étape, nous allons utiliser un outil pour compiler notre code vers le WASM. Selon les cas, cet outil peut ajouter du code JavaScript qui entourera le code WebAssembly. Pour effectuer des actions qui sont aujourd'hui impossibles en WebAssembly, comme manipuler le DOM…

Certains compilateurs sont compatibles avec des interfaces de programmation. Par exemple, avec Emscripten, nous pouvons utiliser SDL et OpenGL.

Liste de compilateurs et des langages associés (liste non exhaustive) :

Compilateur	**Langage(s)**
Wasm-Pack	Rust
wat2wasm	WAT
Emscripten	C / C++
AsBuild	AssemblyScript
Zig	ZigLang
Blazor	C# / F#
TinyGo	Go

Nous avons énuméré les options les plus courantes, mais il existe parfois plusieurs manières de compiler du code source.

WASM Binaire

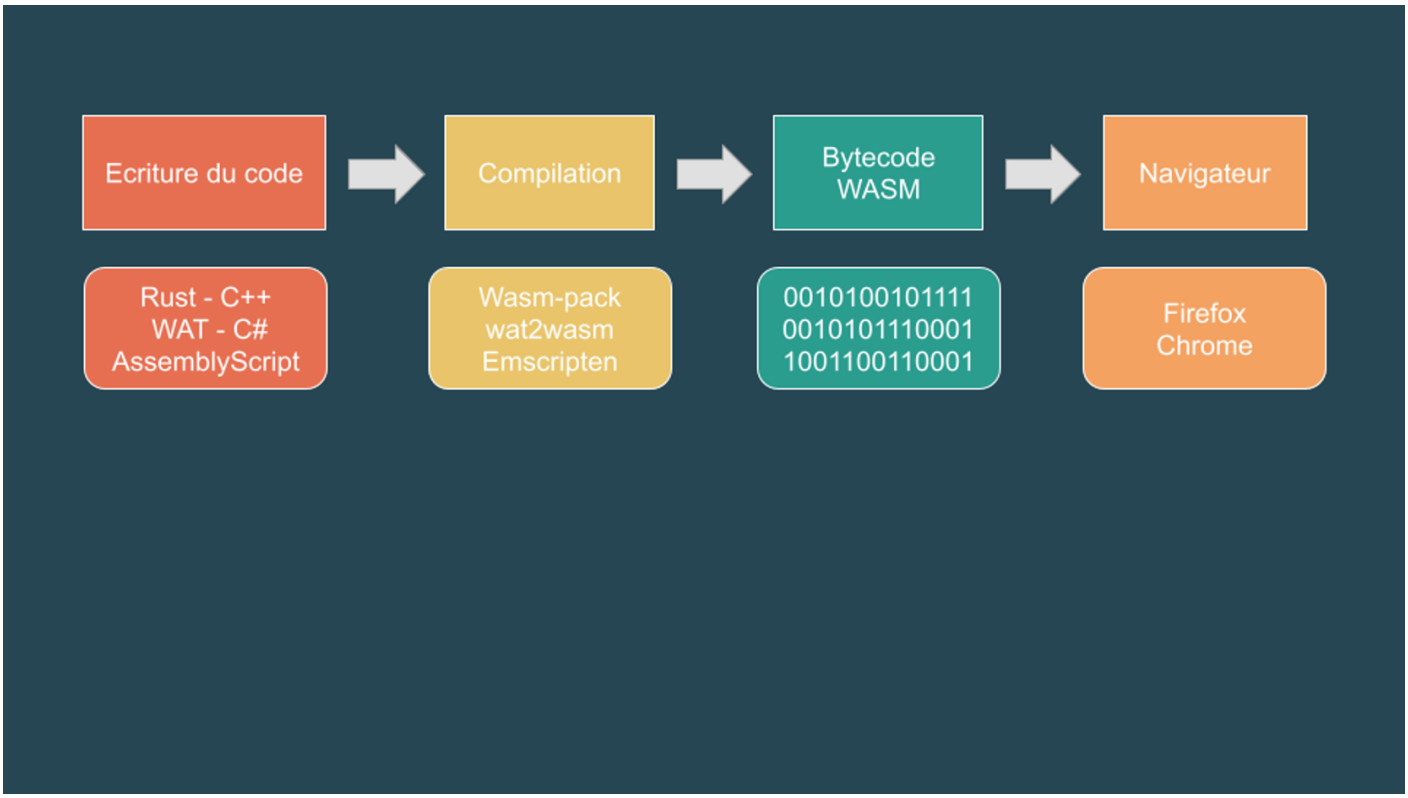
Une fois compilé, on se retrouve avec un ou des fichiers binaires. Ces fichiers ne sont pas lisibles par l'homme et contiennent les instructions du programme. Ces instructions, contrairement aux binaires classiques, ne sont pas destinées à des machines physiques, mais à des machines conceptuelles. C'est assez comparable au fonctionnement de la JVM. Une partie du travail est effectuée à la compilation, mais elle reste suffisamment floue pour pouvoir être interprétée par différentes architectures de processeur, différents navigateurs, etc.

Ce binaire est optimisé pour être rapide à charger, léger pour pouvoir être envoyé sur le réseau et pour s'exécuter dans un environnement isolé.

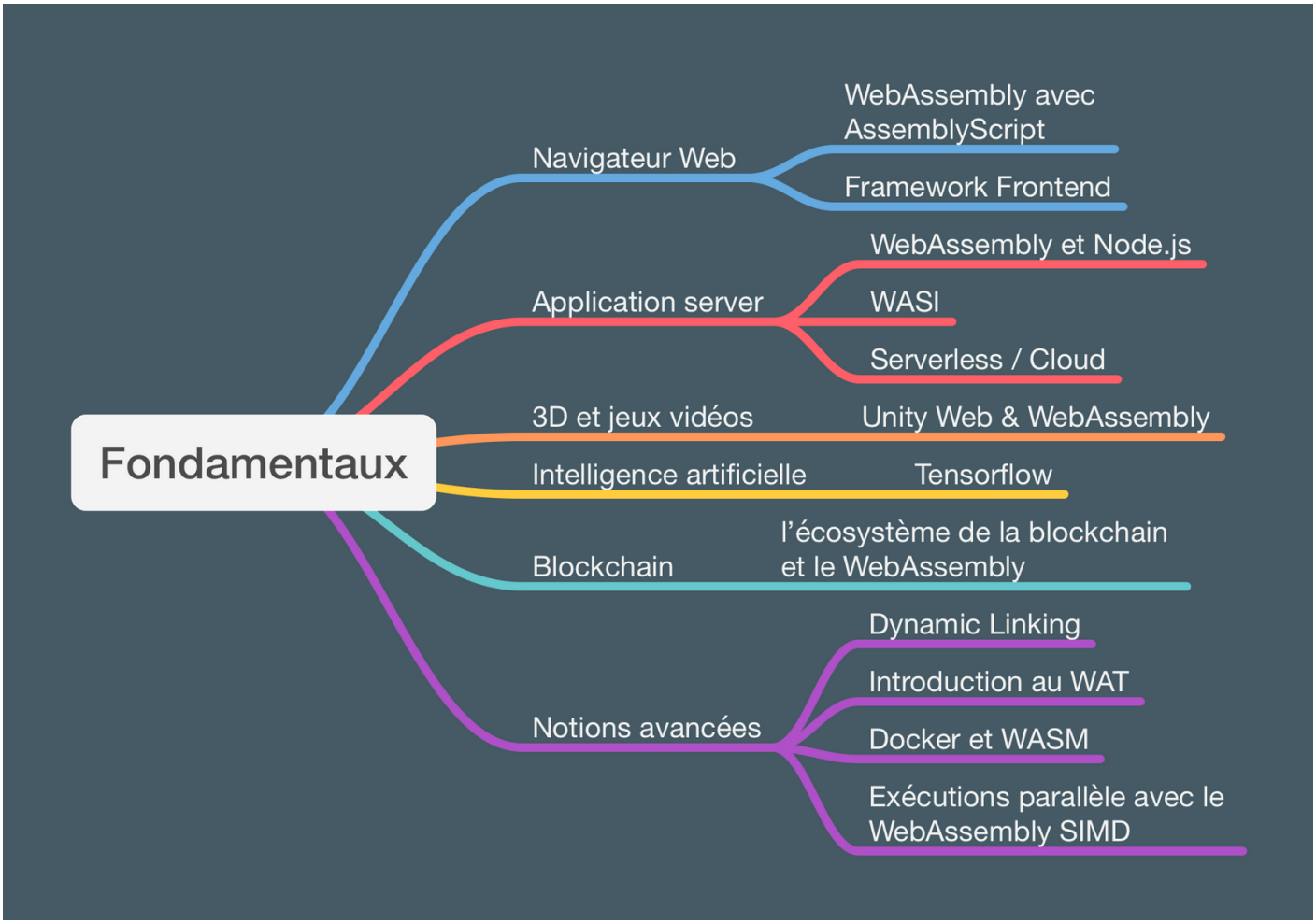
Interprétation

Une fois le fichier WASM créé, il ne nous reste plus qu'à l'exécuter. On peut le faire via un navigateur, mais il existe aussi d'autres solutions comme wasmtime ou des solutions cloud avec wasmedge et wasmer.

Ces solutions qui permettent d'exécuter du code WebAssembly côté serveur peuvent sembler contre-nature. Ne vous en faites pas, nous en reparlerons dans une section dédiée.


Ecriture du code
Compilation
Bytecode WASM
Navigateur
Rust - C++
WAT - C#
AssemblyScript
Wasm-pack
wat2wasm
Emscripten
0010100101111
0010101110001
1001100110001
Firefox
Chrome

La suite de la formation



Vous êtes arrivé à la fin du module sur les fondamentaux. Nous avons vu comment le WebAssembly fonctionne, à quoi il peut servir et quels sont ses objectifs.

Dans ce module, nous avons seulement évoqué les concepts, car chaque langage et chaque compilateur a ses spécificités et nous les détaillerons au moment où nous les utiliserons.

Maintenant que vous avez ces bases, vous pouvez choisir une branche en fonction de vos affinités techniques qui vous permettra de développer vos compétences dans un domaine plus spécifique.

Domaines :

- Navigateur Web
  - AssemblyScript
  - Framework Frontend
- Serveur

    - WebAssembly & NodeJS
    - WASI
    - Serverless / Cloud
- 3D
    - Unity Web & WebAssembly
- Intelligence Artificielle
    - Tensorflow.JS
- Blockchain
    - L’écosystème blockchain et WebAssembly
- Notions Avancés
    - Dynamic Linking
    - WAT
    - Docker et Wasm
    - Exécutions parallèles avec SIMD