

MASTER MIAGE 2ÈME ANNÉE
UNIVERSITÉ PARIS NANTERRE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Générer la meilleure équipe Pokémon pour les VGC 2019



Auteur :
BASTIAN
SZCZYGIELSKI

Tuteur :
SANA BEN HAMIDA

Mars 2019 — Juillet 2019

Remerciements

Merci maman, merci papa, merci Nintendo et merci la dépression. Vous m'avez porté jusqu'à la meilleure version de moi-même. Sans vous, je ne serai pas le gamer blazé que je suis aujourd'hui et qui aura trouvé la motivation pour terminer ses études.

Merci M. Delbot, d'avoir partagé ce projet avec moi, qui m'a actuellement donné envie de m'adonner à la tâche de réaliser un mémoire et de m'avoir accompagné dans ce processus. Merci à tous ceux qui ont aidé à la réalisation de ce mémoire. Ce mémoire serait vide sans les chances et les avis qui m'ont été donnés.

Mention spéciale à mon camarade Ludwig, joueur professionnel de Pokémon, 5ème dan de Pokémon Tōnamento, qui m'a fourni toutes les informations les plus critiques concernant Pokémon.

Résumé

Dans ce mémoire, nous allons parler de la possibilité d'automatiser la génération d'équipe ainsi que la gestion d'un combat dans le cadre des formats VGC.

Nous allons présenter toutes les parties en lien avec ce travail afin de bien mettre en contexte les éléments qui vont intervenir dans le cours de cette réalisation. Nous allons voir et étudier les possibilités qui s'offrent à nous dans le monde de l'intelligence artificielle pour résoudre notre problème.

Nous allons chercher à trouver une solution à partir des études réalisées et des contraintes imposées ou supposées.

Enfin, nous allons appliquer la solution que nous avons trouvée suite à notre recherche et analyser les résultats obtenus.

Motivations

Plus qu'apporter quelque chose de personnel à ce domaine, c'est le besoin de créer un outil dans le domaine de l'intelligence artificielle lié à un jeu qui a participé à faire de moi le geek que je suis aujourd'hui. L'importance du reverse-engineering pour comprendre comment une application aussi importante est définie, et comment les organes qui la composent communiquent entre elles.

Objectifs

Être capable de rendre un outil utilisable par n'importe qui et remplacer en partie la réflexion humaine lors de la sélection de Pokémon dans son équipe et de la prise de décision en temps réel lors des combats. Bien que l'outil ne remplacera jamais l'humain, il peut tout de même servir d'outil d'assistance à des joueurs qui chercheraient à devenir joueurs professionnels.

Sommaire

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Analyse des solutions existantes | 11 |
| 1.1 | L'intelligence artificielle de manière plus générale | 11 |
| 1.2 | AlphaGo | 13 |
| 2 | Contextualisation | 17 |
| 2.1 | Caractéristiques | 17 |
| 2.2 | Format VGC | 29 |
| 3 | Générer une équipe de Pokémon optimale pour les VGC 2019 | 33 |
| 3.1 | Liste des Pokémon sélectionnables | 33 |
| 3.2 | Mise en application | 36 |
| 4 | Notre intelligence artificielle | 39 |
| 4.1 | Mise en Application | 39 |
| 4.2 | Une IA trop complexe | 40 |
| 4.3 | Résultats | 41 |
| 5 | Mise en application dans de vrais matchs | 43 |
| 5.1 | Pokémon Showdown | 43 |
| 5.2 | Conclusion | 44 |

Introduction

Pokémon

Pokémon est une franchise appartenant au groupe japonais Nintendo qui a vu le jour en 1996. Originellement une série de jeu vidéo ludique, elle a été exploitée sous plusieurs formes tel qu'un anime¹, des films, des manga² ou encore un jeu de cartes à collectionner.

Le nom Pokémon provient de la romanisation des mots "Pocket Monsters" ou "Monstres de poches" en japonais "Poketto Monsuta". Autre qu'étant le nom de la franchise, le mot désigne aussi les créatures qui sont au centre de la franchise.

Dans le monde fictifs des jeux Pokémon, le principe est de parcourir le monde virtuel et de vaincre et capturer des Pokémon, et de se battre avec d'autres propriétaires de Pokémon nommés "Dresseurs" et d'acquérir des récompenses symboliques après les avoir vaincu. Notamment, parmi les objectifs du jeu, les principales sont acquérir tous les Pokémon et vaincre la ligue Pokémon, un rassemblement des dresseurs les plus forts dans le jeu.

Les Pokémon se caractérisent par plusieurs traits individuelles et collectifs tels que des traits physiques et comportementales qui ont un effet sur leur valeur. Ils peuvent évoluer et prendre une nouvelle forme et ils peuvent apprendre des techniques qu'ils utiliseront en combat ou hors-combat.

Les combats se déroulent en tour par tour, ou chaque dresseur prend le temps de réaliser une action, qui peut être d'utiliser un objet dans son inventaire, prendre la fuite si possible, changer de Pokémon ou utiliser la capacité d'un Pokémon. Cette action est déterminée avant le début du tour et l'ordre des actions sont déterminés par la vitesse des Pokémon en combat.

Chaque jeu Pokémon définit de nouveaux objectifs en plus de l'objectif principale qui est de rassembler tous les Pokémon disponibles dans sa génération. Dans la première génération de jeu vidéo, les Versions Bleu, Rouge et Jaune, on commence simplement avec le but de vaincre les maîtres d'arènes de la région de Kanto afin d'accéder à la ligue Pokémon de cette région. Dans la troisième génération, les versions Rubis, Saphir et Émeraude, entre autre de vaincre la ligue, il rajoute des nouveaux objectifs comme gagner les concours Pokémon où le Pokémon est jugé selon la catégorie définie (Beauté, Force...), ou la tour de force, une extension de la ligue où le joueur se voit affronter une série de dresseurs qui deviennent progressivement de plus en plus fort.

Chaque joueur a l'opportunité de définir ses propres objectifs dans les mesures du possibles et du réalisables.

1. Dessin animé japonais
2. Bande dessinée japonaise

L'eSport

L'eSport, ou les sports électroniques désigne la pratique des jeux vidéos seul ou en équipe en compétition avec à la clé des récompenses diverses et variées[16]. Ils connaissent une forte croissance dans les années 80 à la naissance des premiers jeux vidéos en ligne et de la possibilité de jouer avec et contre d'autres joueurs.

Ils existent plusieurs organisations dans le monde qui organisent des événements eSport où les joueurs peuvent venir se rencontrer et s'affronter et chaque année de plus grands événements se déroulent afin de déterminer qui est le meilleur dans leur domaine, comme on pourrait le voir au Roland Garros, à la coupe du monde de football ou aux jeux olympiques. Parmi ses organisations, on retrouve l'Evolution Championship Series (EVO), la Major League Gaming (MLG) ou encore les Video Game Championship (VGC) dans lesquelles on retrouve un tournoi de Pokémon.

C'est en 2008 que l'International eSport Federation (IeSF) est né en Corée du Sud. Il s'agit d'une organisation mondiale dont le but est de légitimer l'eSport comme un sport à part entière, un sujet qui fait débat. La France intégrera cette organisation en 2018.

On trouve en France un très bon potentiel puisque le revenu généré par l'eSport en 2016 était de 22.4 millions de dollars américain avec une audience de 1 404 964 visiteurs uniques[8].

En 2018, Sporsora rapporte[1] en France 5 066 000 de consommateur d'eSport, soit 12% des internautes avec un impact économique de 30 millions de dollars américain. La France est alors le troisième plus gros consommateur d'eSport en Europe.

En avril 2016, le Comité International Olympique annonce reconnaître l'eSport comme un sport à part entière et discute de la possibilité des jeux vidéo aux jeux olympique[2]. Peu après l'obtention par Paris des Jeux Olympiques en 2024, Tony Estanguet, membre du Comité International Olympique et coprésident du Comité de candidature Paris 2024 se dit prêt à discuter avec le CIO et les représentants du monde du sport électronique pour éventuellement y inclure la discipline[11]. Cependant, l'eSport étant reconnu comme un sport à part entière continue de faire controverse[9].

Pokémon en tant qu'eSport

De manière officiel, il existe pour le jeu vidéo la compétitions des VGC et pour le jeu de cartes à collectionner, il existe les TCG Championship. Ces compétitions se déroule sur le long de l'année pour pouvoir se qualifier aux championnats du monde qui leur sont dédiés nommé les Pokemon Worlds. Chaque année, pour y participer en tant que compétiteur, il faut participer à des tournois durant le cours de l'année pour accumuler un certain nombre de point.

En 2018, les Pokémon World Championship qui ont eu lieu du 24 au 26 août a eu un temps de visionnage total de 429 435 heures, pour un temps de diffusion total de 29

heures. Il a été regardé par 14 682 spectateurs unique en direct pour un total de 636 700 visionnages sur les chaînes de la plateforme twitch.tv[5].

Le tournoi en lui-même offrait 500 000 dollars américain divisé dans trois catégories d'âges et au travers de trois jeux différents[7].

Analyse des solutions existantes

1.1 L'intelligence artificielle de manière plus générale

L'intelligence artificielle est l'ensemble de théories et de techniques mises en oeuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence humaine[10]. Selon John McCarthy, l'un des créateurs de ce concept, toute activité intellectuelle peut être décrite avec suffisamment de précision pour être simulée par une machine.

Le but de l'intelligence artificielle est donc de penser comme l'humain, ou tout du moins de résoudre les problèmes comme l'humain. Il y a deux approches dans la résolution de problèmes : celle de l'algorithme et de l'heuristique.

1.1.1 L'algorithme et l'heuristique

Un algorithme est une procédure mathématique de résolution. Il s'agit d'une méthode systématique qui donne des résultats fiables. L'algorithme reste cependant limité dans cette lourdeur déterministe. L'heuristique est une méthode stratégique indirecte qui résulte du choix qui paraît plus efficace parmi les approches de la solution. Lorsque le problème est complexe, qu'il y a plein d'approches et de résultats différents, la méthode heuristique gagne un temps considérable sur l'algorithme.

1.1.2 Le réseau de neurones

Pour plus se rapprocher de la méthode de résolution de l'humain, Warren McCulloch et Walter Pitts ont proposé de simuler le fonctionnement du système nerveux qui se partagera en trois couches :

- une couche "spécialisée" dans la réception de stimulus
- une couche intermédiaire transmettant l'excitation
- une couche formant la réponse.

L'idée en revanche n'est pas de traiter l'information et de calculer le résultat plus vite, mais de s'auto organiser, et de traiter plus d'informations et de les calculer en plus grand nombre en même temps.

1.1.3 Intelligences artificielles forte et faible

Il existe deux concepts dans l'intelligence artificielle, les concepts de l'intelligence artificielle forte et de l'intelligence artificielle faible[14].

L'intelligence artificielle forte a le but d'être intelligente, d'éprouver une vraie conscience de soi d'avoir un raisonnement pas juste injecté, mais qu'elle peut comprendre elle-même. Sa finalité est de lui "donner un esprit".

L'intelligence artificielle faible en revanche existe comme un automate. Elle remplit une tâche, mais de manière plus pragmatique. Elle cherche à trouver une solution et l'appliquer plutôt que de suivre un fil de décision. Au contraire de l'intelligence forte, plutôt que de chercher à être humain, l'intelligence artificielle faible va chercher à l'imiter lors de la résolution d'un problème.

1.1.4 Le Machine Learning

Le machine learning ou "l'apprentissage automatique" est l'un des champs d'études de l'intelligence artificielle qui se fonde sur des approches statistiques pour donner aux ordinateurs la capacité d'apprendre à partir de données[ML].

La première phase du machine learning consiste à déterminer un modèle à partir de données lors de la phase de conception du système. Cette phase est la phase d'apprentissage ou la machine va apprendre à estimer, reconnaître ou reproduire. Cette phase est généralement réalisée avant l'utilisation pratique du modèle.

L'apprentissage peut se faire de plusieurs manières :

- Apprentissage supervisé
Les classes de données sont prédéterminées et les exemples sont connus. Le système apprend à classer selon une classification ou un classement.
- Apprentissage non supervisé (ou clustering en anglais)
Le système ne dispose que d'exemple non classé ou prédéterminé, le système apprend par lui-même la structure cachée des données.
- Apprentissage semi-supervisé
Le système apprend par paquets d'exemples sous-jacents à leur espace de description.
- Apprentissage partiellement supervisé
Le système apprend à la fois avec des données classées et non classées.
- Apprentissage par renforcement
Le système apprend par un comportement étant donné l'observation. L'action de l'algorithme sur l'environnement produit une valeur de retour qui va le guider dans son apprentissage.
- Apprentissage par transfert
Le système applique des connaissances et des compétences apprises à partir de tâches antérieures sur de nouvelles tâches ou dans de nouveaux domaines partageant des similitudes.

La seconde phase consiste en la mise en production. En pratique, le système va continuer d'apprendre durant sa mise en production.

1.2 AlphaGo

AlphaGo est un programme informatique capable de jouer au jeu de Go¹. En octobre 2015, il devient le premier programme à battre le joueur professionnel français Fen Hui, en mars 2016, il bat l'un des meilleurs joueurs mondiaux Lee Sedol et enfin, en mai 2017 il bat le champion du monde, Ke Jie, avant d'être mis à la retraite.

Il a été développé par l'entreprise britannique DeepMind Technologies. Son algorithme combine des techniques de parcours de graphe et d'apprentissage automatique, à partir de bataille contre d'autres humains, d'autres ordinateurs, mais surtout contre lui-même.

En octobre 2017, son algorithme est amélioré dans la version AlphaGo Zero qui atteint un niveau supérieur en jouant uniquement contre lui-même et en décembre 2017 devient capable de battre tous les joueurs et ordinateurs au go, mais aussi aux échecs et au shogi, et ce, toujours par autoapprentissage.

Les premières versions d'AlphaGo[12] ont été réalisées avec l'utilisation de la méthode de Monte-Carlo, guidé par un réseau de valeur et un réseau d'objectifs, implémentés en utilisant un réseau de neurones profond. Il a été entraîné pour imiter le joueur humain, en retrouvant la réponse aux coups dans toutes les parties qu'il a enregistrés. Passé un certain niveau, il s'est entraîné contre lui-même utilisant l'apprentissage par renforcement pour s'améliorer.

En revanche, dans une nouvelle étude, par Nature, DeepMind révèle que la version AlphaGo Zero utilise une architecture plus simple, n'utilise plus la méthode de Monte-Carlo, ni de connaissances humaines, mais parvient tout de même à atteindre un meilleur niveau que ses versions précédentes.

1.2.1 La méthode de Monte-Carlo

La méthode de recherche arborescente Monte-Carlo désigne une famille de méthode algorithmique visant à calculer une valeur numérique approchée en utilisant des procédés aléatoires. Elle est fréquemment utilisée dans les jeux tels que Total War : Rome II[4], ou dans notre cas les échecs et le go.

La méthode Monte-Carlo explore l'arbre des possibles. À la racine de l'arbre se trouve la configuration initiale du jeu. Chaque nœud est une nouvelle configuration et ses enfants sont les configurations suivantes. Monte-Carlo conserve en mémoire un arbre qui correspond aux nœuds déjà explorés de l'arbre des possibles. Une feuille de cet arbre est soit une configuration finale (si l'un des joueurs a gagné ou s'il y a match

1. jeu de stratégie au tour par tour traditionnellement chinois

nul), soit une configuration à partir de laquelle aucune simulation n'a encore été lancée. Dans chaque nœud, on stocke deux nombres : le nombre de simulations gagnantes et le nombre total de simulations. La méthode Monte-Carlo se déroule en quatre étapes[3] :

- Sélection :
Depuis la racine, on sélectionne successivement des enfants jusqu'à atteindre la fin de l'arbre. Dans cette phase, le choix des enfants est guidé par un compromis entre exploitation (choisir un nœud prouvé comme étant prometteur) et exploration (choisir un nœud moins prometteur en apparence afin de découvrir de nouvelles configurations qui peuvent se révéler être intéressantes).
- Expansion :
Si cette configuration n'est pas finale, créer de nouveaux enfants à mesure du possible en utilisant les règles du jeu et choisir l'un des enfants.
- Simulation :
Simulez une partie au hasard depuis cet enfant, jusqu'à atteindre une configuration finale.
- Rétropropagation :
Utiliser le résultat de la partie au hasard et mettre à jour les informations de manière rétroactive sur la branche en partant du nœud enfant jusqu'à la racine.

Dans AlphaGo, Monte-Carlo s'aidait d'un réseau de neurones entraîné par des parties d'experts ainsi que du renforcement en se combattant lui-même. Seulement, ce dispositif était limité de par le fait que les données d'experts sont souvent rares et surtout, elles sont onéreuses. Dans la version Zero, il se débarrasse de la méthode de recherche arborescente Monte-Carlo pour un autre algorithme[13] de recherche arborescente qui va s'abstraire de toutes connaissances, comme des parties étudiées, sauf les règles du jeu.

1.2.2 Zero

AlphaZero sera la version finale de AlphaGo. Débarrassé de la complexité de la recherche arborescente de Monte-Carlo et du réseau de neurones qui lui sert à étudier les parties d'experts, AlphaZero devient plus léger et plus généraliste dans sa façon d'apprendre.

La version AlphaGo Zero se base uniquement sur des parties jouées contre elle-même en utilisant un réseau de neurones qui concentre en un seul les deux réseaux de valeurs et d'objectifs qu'utilisait AlphaGo. De plus, elle utilise un nouvel algorithme d'apprentissage où elle apprend de ses propres mouvements, jusqu'à ce qu'elle puisse les anticiper et calculer de ces mouvements et leur impact sur le jeu. Cette version ne se sert plus de parties jouées par des experts ni de l'aide humaine.

La version d'AlphaZero reprend tous ces principes à quelques différences près :

- AlphaZero a des règles codées en dur pour l'algorithme de recherche
- Le réseau de neurones est mis à jour de manière constante
- AlphaZero n'est pas programmé pour prendre avantage de la symétrie présente dans le Go

- AlphaZero prend en compte les matchs nuls

Contextualisation

Dans ce chapitre, nous allons définir ce qu'est un Pokémon et ce que sont les Video Game Championship (VGC).

2.1 Caractéristiques

Les Pokémon sont des créatures fictives vivant dans la franchise éponyme qui ont des caractéristiques de par leur apparence comme les couleurs, la forme et la taille, mais on retrouve aussi des traits qui influent sur leurs prises d'actions durant certains événements, tels qu'en combat ou en concours comme nous l'avons défini précédemment. Le Pokémon peut progresser au travers de l'expérience et évoluer en un nouveau Pokémon. Dans les parties suivantes nous allons définir ce qui compose un Pokémon et ce qui peut influencer ces caractéristiques.

2.1.1 Propre au Pokémon

Dans cette partie, nous allons citer les caractéristiques qui composent le Pokémon et l'influencent directement.

2.1.1.1 Le niveau du Pokémon

Un Pokémon peut aller du niveau 1 au niveau 100. Le niveau agit sur les statistiques du Pokémon, les augmentant au fur et à mesure qu'il progresse dans son niveau. Le niveau agit aussi sur les capacités qui ne peuvent être apprises qu'à un certain niveau ou après.

2.1.1.2 Le sexe du Pokémon

Un Pokémon peut être mâle, femelle ou asexué. Le sexe peut influencer sur l'évolution du Pokémon et changer le Pokémon qu'il peut devenir. Certains statuts, effets ou capacités peuvent aussi influencer le Pokémon selon son sexe.

2.1.1.3 Le type du Pokémon

Dans le monde Pokémon, les Pokémon peuvent avoir des types qui leur sont attribués. Un Pokémon a toujours un type qui lui est associé. Depuis la seconde génération, le Pokémon peut avoir jusqu'à deux types. Voici la liste des types qui existent à l'année 2019 :

- Normal
- Feu
- Eau
- Électrique
- Plante
- Glace
- Combat
- Poison
- Sol
- Vol
- Psy
- Insecte
- Pierre
- Spectre
- Dragon
- Ténèbres
- Acier
- Fée

Ces types ont une relation de force et de faiblesses entre elles. Un Pokémon de type feu sera plus sensible à des attaques de type eau. Une attaque de type Électrique va infliger deux fois plus de points de dégâts à un Pokémon de type Eau ou à un Pokémon de type Vol. En contrepartie, cela implique qu'il y a aussi une relation de résistance entre ces types.

Dans le cas d'une attaque de type Feu touchant un Pokémon de type Feu ou de type Eau, l'attaque n'infligera que la moitié des points de dégâts. De plus, il existe une relation dans laquelle l'attaque n'aura aucun effet sur le Pokémon, comme une attaque de type Spectre contre un Pokémon de type Normal.

Depuis la seconde génération cependant, Pokémon a vu l'introduction des Pokémon à double type. Un Pokémon de type Eau et Vol va subir, en ignorant tout les autres éléments qui influe sur les points de dégâts quatre fois plus de points de dégâts de la part d'une attaque Électrique. Dans le cas d'une attaque Électrique contre un Pokémon de type Eau et Insecte, la résistance et la faiblesse s'annulent, de telle sorte que l'attaque inflige des points de dégâts sans subir les modifications des types. Dans le cas d'un type qui annule l'attaque, comme une attaque de type Spectre contre un Pokémon de type Normal, peu importe le second type du Pokémon les dégâts infligés sont nullifiés.

Vous trouverez le graphe de relation des résistances et des faiblesses entre les types dans la suite de ce chapitre à la figure 2.1.

Pokémon Type Chart — Generation 6

created by pokemondb.net

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|----------------|-----|--------------------------|-----|---------------|-----|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0 | No effect (0%) | ½ | Not very effective (50%) | | Normal (100%) | 2 | Super-effective (200%) | | | | | | | | | | | |
| DEFENSE → ATTACK ↴ | NOR | FIR | WAT | ELE | GRA | ICE | FIG | POI | GRO | FLY | PSY | BUG | ROC | GHO | DRA | DAR | STE | FAI |
| NORMAL | | | | | | | | | | | | | ½ | 0 | | | ½ | |
| FIRE | | ½ | ½ | | 2 | 2 | | | | | | 2 | ½ | | ½ | | 2 | |
| WATER | | 2 | ½ | | ½ | | | | 2 | | | | 2 | | ½ | | | |
| ELECTRIC | | | 2 | ½ | ½ | | | | 0 | 2 | | | | | ½ | | | |
| GRASS | | ½ | 2 | | ½ | | | ½ | 2 | ½ | | ½ | 2 | | ½ | | ½ | |
| ICE | | ½ | ½ | | 2 | ½ | | | 2 | 2 | | | | | 2 | | ½ | |
| FIGHTING | 2 | | | | | 2 | | ½ | | ½ | ½ | ½ | 2 | 0 | | 2 | 2 | ½ |
| POISON | | | | | 2 | | | ½ | ½ | | | | ½ | ½ | | | 0 | 2 |
| GROUND | | 2 | | 2 | ½ | | | 2 | | 0 | | ½ | 2 | | | | 2 | |
| FLYING | | | | ½ | 2 | | 2 | | | | | 2 | ½ | | | | ½ | |
| PSYCHIC | | | | | | | 2 | 2 | | | ½ | | | | 0 | ½ | | |
| BUG | | ½ | | | 2 | | ½ | ½ | | ½ | 2 | | | ½ | | 2 | ½ | ½ |
| ROCK | | 2 | | | | 2 | ½ | | ½ | 2 | | 2 | | | | | ½ | |
| GHOST | 0 | | | | | | | | | | 2 | | | 2 | | ½ | | |
| DRAGON | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | ½ | 0 |
| DARK | | | | | | | ½ | | | | 2 | | | 2 | | ½ | | ½ |
| STEEL | | ½ | ½ | ½ | | 2 | | | | | | | 2 | | | | ½ | 2 |
| FAIRY | | ½ | | | | | 2 | ½ | | | | | | | 2 | 2 | ½ | |

Figure 2.1 – Charte graphique des types, de leurs forces et faiblesses, pokemondb.net/type

2.1.1.4 Les statistiques du Pokémon

Le Pokémon contient aussi des statistiques qui vont influencer ses dégâts infligés et subis et/ou sa viabilité en combat ou hors combat. Dans cette section, nous allons décrire toutes les variables qui composent le Pokémon.

1. Les points de vie

Un Pokémon a un nombre de points de vie maximale, qu'il ne peut pas dépasser. Si ses points de vie tombent à zéro, le Pokémon feint et n'est plus disponible pour se battre.

2. L'Attaque

L'Attaque affecte les capacités physiques du Pokémon. Elle intervient lors de l'affectation des points de dégâts infligés.

3. L'Attaque Spéciale

L'Attaque Spéciale affecte les capacités spéciales du Pokémon. Elle intervient lors de l'affectation des points de dégâts infligés.

4. La Défense

La Défense affecte les capacités physiques du Pokémon. Elle intervient lors de l'affectation des points de dégâts subis.

5. La Défense Spéciale

La Défense Spéciale affecte les capacités spéciales du Pokémon. Elle intervient lors de l'affectation des points de dégâts subis.

6. La Vitesse

La Vitesse détermine l'ordre d'action des Pokémon en combat. Sauf sous certaines exceptions, un Pokémon A dont la vitesse est supérieure à un Pokémon B attaquera en premier dans le tour.

7. Les statistiques de base

Chaque Pokémon a des statistiques de base qui lui sont propres. Les statistiques notées ci-dessus peuvent fluctuer selon certains facteurs, dont les statistiques de base du Pokémon concerné. Les statistiques de base ne changeront pas durant la progression du Pokémon.

8. Les Points Individuels - IV

Les points individuels, ou IV, sont déterminées à la génération du Pokémon ou lors de sa rencontre dans la nature. Les IV sont générés dans chacune de ses statistiques (Points de vie, Attaque, Attaque Spéciale, Défense, Défense Spéciale et Vitesse) et ils ne peuvent pas changer. Le total maximal des IV d'un Pokémon ne peut pas dépasser 186, et ne peut pas dépasser 31 d'IV par statistiques.

9. Les Points d'Efforts - EV

Chaque fois qu'un Pokémon A bat un Pokémon B, le Pokémon A va recevoir un EV dans une statistique précise qui dépend du Pokémon B. Tous les 4 EV dans une statistique, la statistique augmente d'un point. En total, un Pokémon peut obtenir 510 EV, et 255 EV maximum dans une seule statistique.

2.1.1.5 La nature du Pokémon

La nature pour les Pokémon est apparue à la troisième génération. Une nature peut soit être neutre, et n'avoir aucun effet sur le Pokémon, ou alors peut affecter un bonus et un malus de statistiques au Pokémon affligé. Ce bonus et ce malus sont toujours de 10% de deux statistiques différentes. L'attribution de la nature est aléatoire à la création du Pokémon. Il existe cependant des moyens pour influencer la nature d'un Pokémon au travers de mécaniques de jeu.

Il existe 25 natures différentes, dont 5 qui sont neutres. Par raison de visibilité, je vais séparer les différents tableaux selon les bonus offerts par la nature.

Tableau des natures d'attaque :

Tableau des natures de défense :

| Nature | Attaque | Défense | Attaque Spéciale | Défense Spéciale | Vitesse |
|---------|---------|---------|------------------|------------------|---------|
| Brave | +10% | - | - | - | -10% |
| Mauvais | +10% | - | - | -10% | - |
| Rigide | +10% | - | -10% | - | - |
| Solo | +10% | -10% | - | - | - |

Table 2.1 – Table des talents de bonus d'attaque

| Nature | Attaque | Défense | Attaque Spéciale | Défense Spéciale | Vitesse |
|--------|---------|---------|------------------|------------------|---------|
| Assuré | -10% | +10% | - | - | - |
| Lâche | - | +10% | - | -10% | - |
| Malin | - | +10% | -10% | - | - |
| Relax | - | +10% | - | - | -10% |

Table 2.2 – Table des talents de bonus de défense

| Nature | Attaque | Défense | Attaque Spéciale | Défense Spéciale | Vitesse |
|---------|---------|---------|------------------|------------------|---------|
| Discret | - | - | +10% | - | -10% |
| Doux | - | -10% | +10% | - | - |
| Foufou | - | - | +10% | -10% | - |
| Modeste | -10% | - | +10% | - | - |

Table 2.3 – Table des talents de bonus d'attaque spéciale

Tableau des natures d'attaque spéciale :

Tableau des natures de défense spéciale :

| Nature | Attaque | Défense | Attaque Spéciale | Défense Spéciale | Vitesse |
|---------|---------|---------|------------------|------------------|---------|
| Calme | -10% | - | - | +10% | - |
| Gentil | - | -10% | - | +10% | - |
| Malpoli | - | - | - | +10% | -10% |
| Prudent | - | - | -10% | +10% | - |

Table 2.4 – Table des talents de bonus de défense spéciale

Tableau des natures de vitesse :

| Nature | Attaque | Défense | Attaque Spéciale | Défense Spéciale | Vitesse |
|--------|---------|---------|------------------|------------------|---------|
| Jovial | - | - | -10% | - | +10% |
| Naïf | - | - | - | -10% | +10% |
| Pressé | - | -10% | - | - | +10% |
| Timide | -10% | - | - | - | +10% |

Table 2.5 – Table des talents de bonus de vitesse

Tableau des natures neutre :

| Nature | Attaque | Défense | Attaque Spéciale | Défense Spéciale | Vitesse |
|---------|---------|---------|------------------|------------------|---------|
| Bizarre | - | - | - | - | - |
| Docile | - | - | - | - | - |
| Hardi | - | - | - | - | - |
| Pudique | - | - | - | - | - |
| Sérieux | - | - | - | - | - |

Table 2.6 – Table des talents neutre

2.1.1.6 Le talent du Pokémon

Le talent, ou capacité spécial, d'un Pokémon est un effet qui agit en combat et depuis la version Émeraude, peut aussi agir en dehors des combats. Le talent est une mécanique de jeu qui est apparu avec la troisième génération des jeux Pokémon. Depuis la cinquième génération, les talents cachés ont vu le jour, il s'agit de talents que les Pokémon affectés ne possèdent pas naturellement. Depuis la septième génération, il est possible pour un Pokémon de posséder plusieurs talents. À l'heure actuelle, il existe près de 200 talents.

Ces talents peuvent s'activer à différentes occasions :

- lorsque le Pokémon arrive en combat
- entre chaque tour
- en permanence
- lors de son attaque
- lors d'une attaque adverse
- selon les points de vie restants
- selon le climat
- après un combat

À cela s'ajoutent les différentes catégories de talents qui classifient sur quoi elles interviennent ou interagissent avec :

- Talents du climat
- Talents des champs
- Immunités et conversions
- Talents qui diminuent les dégâts
- Talents qui augmentent les dégâts de certaines attaques
- Talents qui bloquent les baisses de statistiques
- Talents qui bloquent les changements de statut
- Talents qui s'activent lors d'un changement de statut
- Talent qui a un effet sur le terrain
- Talent qui modifie une statistique
- Talents qui modifient le type des attaques
- Talents qui s'activent lors d'une attaque directe
- Talents de soin
- Talents handicapants
- Talents influant sur la vitesse des attaques
- Talents de transformation

- Talents signatures, qui sont unique à une espèce de Pokémon

2.1.1.7 Les capacités du Pokémon

Les capacités du Pokémon vont être ce qui va lui permettre de s'opposer à son adversaire en combat. Chaque Pokémon peut avoir jusqu'à quatre capacités différentes.

Une capacité est composée de différents critères et statistique qui vont l'impacter :

- Le type
Le type des attaques suit la même philosophie que le type des Pokémon. Voir [2.1.1.3](#).
- Les points de pouvoirs
Les points de pouvoir déterminent combien de fois l'attaque peut être lancée avant que la capacité ne devienne inutilisable en combat. Ils peuvent bien évidemment être régénérés par le biais d'objets ou simplement par le soin complet d'un Pokémon.
- Les dégâts
Une capacité offensive peut infliger des dégâts. Ses dégâts sont en général comptés dans une fourchette allant d'un minimum de dégâts X à un maximum Y. Dans cette fourchette est déterminé un nombre aléatoire qui va déterminer les dégâts que cette attaque va infliger.
- La précision
Toutes capacités confondues ont une chance de rater leur cible due à leur précision. La précision d'une capacité détermine le pourcentage de chance d'une capacité à toucher sa cible.
- L'effet
La capacité peut appliquer un effet sur sa cible. Cet effet influe sur ses statistiques.
- La catégorie
La catégorie d'une attaque spécifie quelle statistique des Pokémon attaquant et défenseur vont utiliser.
 - Physique
Dans le cas d'une capacité physique, l'attaquant utilisera l'Attaque et le défenseur utilisera la Défense.
 - Spéciale
Dans le cas d'une capacité spéciale, l'attaquant utilisera l'Attaque Spéciale et le défenseur utilisera la Défense Spéciale.
 - de statut
Les capacités de statut en revanche n'utilisent pas de statistique pour avoir un effet sur le défenseur.
- Capacité Z
Les capacités Z sont des capacités souvent améliorées d'une capacité existante. Il peut toutes fois s'agir aussi d'une capacité unique à un Pokémon, ce qui lui nécessitera de porter un objet particulier pour accomplir l'activation de cette capacité.

2.1.1.8 Le statut du Pokémon

Un Pokémon peut être affligé par un statut qui va impacter sur sa performance. On considère qu'il y a deux grandes familles de statut :

1. Principales

La famille principale de statut correspond aux statuts qui vont affecter le Pokémon en combat ainsi que hors combat. Un statut étant principale sera affiché sur le Pokémon. Un Pokémon ne peut pas être affecté par plus d'un statut principal à la fois. Après un certain nombre de tours, le statut peut disparaître.

- Brulure
Chaque tour, un Pokémon affligé par Brulure subira des dégâts de feu.
- Gel
Tant qu'un Pokémon est gelé, il ne peut rien faire. À partir d'un certain nombre de tours, ce statut peut disparaître.
- Paralysie
Si un Pokémon est paralysé, à chaque action qu'il est sur le point d'effectuer, il y a des chances qu'il ne puisse pas la réaliser.
- Empoisonnement
Chaque tour, un Pokémon affligé par Empoisonnement subit des dégâts de poison.
En dehors des combats, un Pokémon empoisonné prendra des dégâts de poison après un certain nombre de pas dans le monde.
- Sommeil
Tant qu'un Pokémon est endormi, il ne peut rien faire. À partir d'un certain nombre de tours, ce statut peut disparaître.

2. Secondaires

Un statut secondaire n'affectera pas le Pokémon hors combat et est retiré lorsque le Pokémon n'est plus en combat (donc dans le cas où le Pokémon est échangé pour un autre durant un combat ou lorsque le combat est terminé). Un Pokémon peut être affligé par autant de statuts secondaires qu'il n'y en a, et peut aussi souffrir d'un statut principal en même temps.

- Attraction
Un Pokémon A peut être attiré par un Pokémon B, sous condition que le Pokémon A et B sont de sexes différents. Un Pokémon affligé par Attraction refusera d'attaquer le Pokémon qui lui aura donné le statut en premier lieu. À partir d'un certain nombre de tours, ce statut peut disparaître.
- Confusion
Quand un Pokémon est confus, il y a des chances que lorsqu'il tentera une action, il s'inflige des dégâts à lui-même sans réaliser l'action qu'il allait entreprendre. À partir d'un certain nombre de tours, ce statut peut disparaître.
- Malédiction
Un Pokémon A de type Spectre peut sacrifier la moitié de ses points de vie afin de maudire un Pokémon B. Le Pokémon B va, suite à la réussite du Pokémon A, perdre le quart de ses points de vie chaque tour.

- Peur
Un Pokémon affligé par peur ne peut pas attaquer durant son tour. Peur ne dure qu'un seul tour.
- Clairvoyance, Flair, Oeil Miracle
Un Pokémon ayant Clairvoyance, Flair ou Oeil Miracle ne verra pas la précision de ses attaques affectées pas les changements de l'Esquive d'un Pokémon adverse.
De plus, si le Pokémon a utilisé Clairvoyance ou Flair ses attaques de types Normal et Combat affecteront les Pokémon de type Spectre, et il a utilisé Oeil Miracle, ses attaques Psy affectent les Pokémon de type Ténèbres.
- Piège
Un Pokémon piégé ne peut pas être rappelé ou fuir. Chaque tour, le Pokémon subit 1/8 de ses points de vie maximums. À partir d'un certain nombre de tours, ce statut peut disparaître.
- Désobéissance
Un Pokémon échangé peut être désobéissant envers son dresseur si celui-ci ne remplit pas les conditions nécessaires pour acquérir l'obéissance du Pokémon. Un Pokémon désobéissant peut s'attaquer lui-même, paresser, s'endormir ou utiliser une autre capacité que celle lancée par le joueur.
- Vampigraine
Un Pokémon sous les effets de Vampigraine va chaque tour perdre 1/8 de ses points de vie maximums et l'adversaire se soigne d'autant. Les Pokémon de type Plante sont immunisés contre ce statut.

2.1.1.9 L'esquive du Pokémon

L'Esquive d'un Pokémon détermine si une attaque adverse va le toucher. Sa valeur initiale au début de chaque combat est de 100%. Si elle descend en dessous de 100, le Pokémon adverse aura plus de chance de toucher. Au contraire, si elle est au-dessus de 100, alors le Pokémon adverse aura moins de chance de toucher.

2.1.1.10 La forme du Pokémon

Un Pokémon peut changer de forme hors combat ou en combat. Ce changement de forme peut être purement esthétique ou peut avoir une incidence sur ses statistiques, voir même son type. Il existe de multiples méthodes qui permettent à un Pokémon de changer de forme. À l'exception de certains cas, il n'est pas possible de changer la forme d'un Pokémon en combat.

Nous allons d'abord voir de manières naturelles les formes de certains Pokémon. Nous allons ignorer les formes dont la finalité est purement esthétique, donc sans changement dans les caractéristiques du Pokémon.

Un changement de forme peut impacter plusieurs choses autres que l'apparence du Pokémon :

- Les statistiques
Certains Pokémon peuvent subir des changements de statistiques. Certains vont voir leur total de point de statistique augmenté, et la plupart vont juste voir leurs statistiques se réorienter.
- Le talent
Certains Pokémon vont voir leur talent changer comme Giratina, qui peut changer de forme et voir son talent changé entre "Pression" et "Lévitacion".
- Les types
Certains Pokémon voient leur type changer lors du changement de forme. Motisma peut par exemple, en fonction de la forme qu'il prend, avoir des types différents en plus du type Électrique.
- Les capacités
Certains Pokémon peuvent apprendre des capacités différentes en fonction de la forme qu'ils prennent. Dans le cas de Déoxys, selon sa forme, peut apprendre des attaques défensives ou agressives.

Ces changements de forme peuvent être causés par de multiples conditions que le Pokémon doit remplir. Parmi celles-ci peuvent se trouver :

- L'environnement
Certains vont dépendre de leur environnement. Dans le cas de Giratina, il change de forme selon s'il est dans le Monde Distorsion ou le monde normal. Dans le même cas, Shaymin dépend aussi de l'heure du jour pour pouvoir changer de forme. Motisma, selon l'environnement avec lequel le joueur aura interagi, peut prendre des formes différentes.
- La capacité
L'apprentissage ou l'utilisation de certaines capacités peuvent faire changer la forme d'un Pokémon. Meloetta, en utilisant la capacité "Chant Antique" peut changer de forme à volonté en combat.
- Prédéterminé
Selon la manière dans laquelle le Pokémon a évolué, il peut avoir des formes différentes. Par exemple, Cheniselle, selon la cape que portait le Cheniti en évoluant, sera de formes différentes.
- Le talent
Certains Pokémon peuvent changer de forme par leur talent. Darumacho peut, au travers du talent "Mode Transe", changer de forme lorsque ses points de vie sont alors inférieurs à la moitié de ses points de vie maximums, et plus qu'un changement de statistique, il obtient le type Psy en plus du type Feu.
- Climat
Certains réagit au climat, tel que Morphéo un Pokémon qui change de forme selon le climat en combat et prend un type différent.
- Objet
Certains ont besoin de porter un certain objet, ou requièrent l'activation d'un objet pour changer de forme. Le trio de génies, Boréas, Fulguris et Démétéros, nécessite l'activation d'un objet tant qu'ils sont dans l'équipe pour changer de forme.
- La fusion
Deux Pokémon peuvent fusionner pour obtenir un nouveau Pokémon de forme

différente à la cible de la fusion. Kyurem peut fusionner avec Reshiram ou Zekrom pour devenir Kyurem Blanc ou Kyurem Noir respectivement.

Il existe deux autres types de changement de forme sous les noms de "Méga-Evolution" et "Forme Alola". La Méga-Evolution est une forme supérieure à un Pokémon qu'il peut obtenir en portant un certain objet et en étant évolué. Le Pokémon peut perdre sa forme en lui retirant l'objet.

La forme Alola est une forme supplémentaire naturelle à des Pokémon. Ceux-ci ne peuvent changer à leur forme naturelle, et inversement, il n'est pas possible de changer de forme naturelle à la forme Alola.

2.1.1.11 Autres

D'autres facteurs peuvent venir influencer un Pokémon. Cependant, ces derniers points sont à noter, mais pas à retenir. Il s'agit du Poids et du Bonheur. Ces deux caractéristiques du Pokémon peuvent venir influencer les dégâts ou l'efficacité de quelques capacités.

Le poids correspond au poids du Pokémon en kg. Le bonheur est une caractéristique illustrant le lien affectif créé entre un Pokémon et son dresseur.

2.1.2 Extérieur au Pokémon

Ici, nous allons parler des caractéristiques qui sont extérieures au Pokémon, mais peuvent cependant influencer ses caractéristiques ou les caractéristiques de ses capacités.

2.1.2.1 Le climat

Le climat est une mécanique de jeu qui apparaît en combat et entraîne des bonus et des malus qui se ressentent en général sur les types et les capacités. Il ne peut y avoir qu'un seul climat d'actif sur le terrain à la fois. L'activation d'un nouveau climat désactive le climat actif. Un climat dure cinq tours, certains objets peuvent les faire durer huit tours. Un climat peut être activé grâce à une capacité ou à un talent. Il est aussi possible que le climat soit présent de manière naturelle et persiste pour tout le combat sauf activation d'un nouveau climat. Seul le talent "Air Lock" de Rayquaza permet d'ignorer les effets du climat.

- **Ensoleillé**

Les attaques de type Feu voient leur puissance augmenter de 50% tandis que celle de type Eau diminue de 50%. Certaines capacités perdent en précision tandis que d'autres perdent le temps de chargement qui leur était nécessaire pour s'activer. Certains talents s'activent et d'autres deviennent plus efficaces. Le risque qu'un Pokémon soit affecté par le statut Gel est réduit.

Soleil intense est une version améliorée du climat Ensoleillé qui n'est disponible que via la méga-évolution de Groudon, Primo-Groudon. Sous Soleil Intense, les capacités de type sont inutilisables. Mis à part si Primo-Groudon est retiré ou si les climats Pluie Battante ou Courant Aérien sont activés, Soleil Intense ne peut pas être désactivé.

- Pluie

Les attaques de type Eau voient leur puissance augmenter de 50% tandis que celle de type Feu diminue de 50%. Certaines capacités deviennent moins efficaces et voient leur puissance diminuée tandis que d'autres voient leurs précipitations augmenter. Certains talents s'activent sous la pluie.

Pluie battante est une version améliorée de la Pluie qui n'est disponible que via la méga-évolution de Kyogre, Primo-Kyogre. Sous Pluie Battante, les capacités de type Feu deviennent inutilisables. Mis à part si Primo-Kyogre est retiré ou si les climats Soleil Intense ou Courant Aérien sont activés, Pluie Battante ne peut pas être désactivé.

- Tempête de Sable

Tous les Pokémon n'étant pas de type Sol, Roche ou Acier perdent 1/16 de leurs points de vie maximums. Certains talents et le port de l'objet "Lunettes Filtre" permettent d'ignorer les dégâts causés par Tempête de Sable. La Défense Spéciale de Pokémon de type Roche est augmentée de 50%. Certaines capacités sont moins efficaces et voient leurs puissances diminuées tandis que d'autres deviennent plus efficaces. Certains talents s'activent.

- Grêle

Tous les Pokémon n'étant pas de type Glace perdent 1/16 de leurs points de vie maximums. Certains talents et le port de l'objet "Lunettes Filtre" permettent d'ignorer les dégâts causés par Grêle. Certaines capacités sont moins efficaces et voient leurs puissances diminuées tandis que d'autres deviennent plus efficaces et deviennent utilisables. Certains talents s'activent.

- Brouillard

Brouillard est un climat qui n'apparaît que dans la quatrième génération. Il ne peut qu'être trouvé de manière naturelle en combat et il existe une capacité pour se débarrasser de ce climat. Il réduit la précision des capacités, rend l'utilisation de certains objets impossibles et rend certaines capacités moins efficaces.

- Courant Aérien

Courant Aérien est activé par le talent "Souffle Delta", le talent signature de Méga-Rayquaza, la méga-évolution de Rayquaza. Toutes les faiblesses des Pokémon de type Vol sont annulées. Mis à part si Méga-Rayquaza est retiré ou si les climats Soleil Intense ou Pluie Battante sont activés, Courant Aérien ne peut pas être désactivé.

2.1.2.2 Le champ actif

Les Champs sont des altérations du terrain de combat, mais au contraire des Climats, chaque champ modifie les règles de combats, ajoutant des bonus et des malus, altérant des talents et des capacités. Il ne peut y avoir qu'un seul Champ actif à la fois et

peut être remplacé par un autre Champ et dure jusqu'à cinq tours. Un Champ peut être actif en même temps qu'un Climat. Ils peuvent être activés via le biais de talents ou de capacités.

Il existe trois Champs :

- Champ Électrifié
Tous les Pokémon au sol ne peuvent pas s'endormir. Certaines capacités se transforment en une autre de type Électrique. La puissance des attaques de type Électrique augmente de 50%. Certains talents s'activent ou changent de nature.
Sa version améliorée "Champ Électrifié Z" augmente la Vitesse du lanceur de la capacité.
- Champ Herbu
Tous les Pokémon au sol régénèrent 1/16 de leurs points de vie maximums à la fin de chaque tour. Certaines capacités se transforment en une autre de type Plante. La puissance des attaques de type Plante augmente de 50% et réduit la puissance des certaines capacités.
Sa version améliorée "Champ Herbu Z" augmente la Défense du lanceur de la capacité.
- Champ Brumeux
Tous les Pokémon au sol ne peuvent pas subir de changement de statut. Tous les Pokémon dans la brume subissent 50% moins de dégâts de la part d'attaque de type Dragon. Certains talents sont désactivés. Certaines capacités se transforment en une autre de type Fée.
Sa version améliorée "Champ Brumeux Z" augmente la Défense Spéciale du lanceur de la capacité.

2.1.2.3 Les objets

Les objets sont utilisables de deux manières : par activation ou en étant portés par un Pokémon. Les objets peuvent augmenter la statistique d'un Pokémon, que ce soit régénérer ses points de vie, augmenter son attaque ou lui régénérer les points de pouvoir de l'une de ses capacités. Ils peuvent permettre la capture d'un Pokémon au travers des multiples variantes de PokéBall ainsi que lui apprendre de nouvelle technique. En combat, utiliser un objet correspond à l'équivalent de réaliser une action durant ce tour. Un objet tenu qui s'active n'occupe pas ce créneau cependant et s'active une fois que la réalisation des conditions qui lui sont propres est faite.

2.2 Format VGC

Le tournoi des VGC Pokémon 2019 s'organise de la manière suivante[15] : la première saison se déroule de septembre à décembre, la deuxième de janvier à mars et la dernière saison se déroule d'avril jusqu'aux Worlds. Le long de ses saisons, le joueur accumule des points pour participer aux Worlds qui se déroulent en aout.

Les VGC 2019 ont commencé le 4 septembre 2018. La première saison s'est terminée le 7 janvier 2019. La deuxième saison a commencé le 8 janvier et s'est terminée le 1er avril 2019. La dernière saison a commencé le 2 avril 2019 et se terminera en août 2019 avec les Championnats du monde.

Pour l'année 2019, le format est différent des années précédentes puisque cette fois-ci les joueurs jouent sur trois formats différents avec des règles qui appartiennent à cette saison en plus de règle générale.

1. Tous les combats seront disputés au format duo, c'est-à-dire 2 Pokémon contre 2 Pokémon.
2. Tous les Pokémon du Pokédex national sont autorisés à l'exception des Pokémon fabuleux¹ et de Sachanobi.
3. Les joueurs ne peuvent avoir que deux des Pokémon suivants dans leur équipe :
 - Mewtwo
 - Lugia
 - Ho-Oh
 - Kyogre
 - Groudon
 - Rayquaza
 - Dialga
 - Palkia
 - Giratina
 - Reshiram
 - Zekrom
 - Kyurem
 - Xerneas
 - Yveltal
 - Zygarde
 - Cosmog
 - Cosmovum
 - Solgaleo
 - Lunala
 - Necrozma
4. Chaque Pokémon doit être doté de la marque d'Alola prouvant qu'il a été capturé dans cette région.
5. Il est interdit d'utiliser plusieurs Pokémon de la même espèce dans une même équipe.
6. Il est interdit de donner le même objet à tenir à plusieurs Pokémon d'une même équipe.
7. Tous les Pokémon seront normalisés au niveau 50, qu'il soit inférieur, supérieur ou égal niveau 50.
8. Le temps de jeu individuel sera de sept minutes maximum par joueur.

1. obtenu via événements spéciaux

- Première saison : Série Soleil, la saison se déroulera sur la version Soleil du jeu
 1. les Méga-Gemmes et Cristaux Z sont interdits
 2. la Gemme Bleue et la Gemme Rouge sont interdites
 3. Rayquaza n'a pas le droit de connaître la capacité Draco Ascension
- Deuxième saison : Série Lune, la saison se déroulera sur la version Lune du jeu
 1. les Cristaux Z sont autorisés, à l'exception de l'Ultranécrozélite
 2. les Méga-Gemmes sont interdits
 3. la Gemme Bleue et la Gemme Rouge sont interdites
 4. Rayquaza n'a pas le droit de connaître la capacité Draco Ascension
- Dernière saison : Série Ultra, la saison se déroulera sur les versions Ultra du jeu
 1. Tous les objets et capacités pouvant être obtenus d'une partie normale sont autorisés

Générer une équipe de Pokémon optimale pour les VGC 2019

Avant de s'atteler à la résolution d'un combat, il faut déterminer une ou plusieurs équipes avec lesquelles nous participerons. Cette sélection est contrainte aux règles en vigueur qui changent aux cours des saisons, ce qui signifie qu'une équipe admise durant la première saison ne sera pas nécessairement admise à la seconde. De plus, pour des raisons de stratégie, il est intéressant de changer d'équipe entre chaque saison, voire à chaque opportunité présentée afin de ne pas laisser les adversaires s'adapter à notre solution. La force de notre solution ne réside pas dans sa capacité à répondre à tout, mais dans notre capacité à générer un maximum d'équipes acceptables et optimisées.

3.1 Liste des Pokémon sélectionnables

Ici, nous allons donc discuter des critères qui vont nous aider à produire une équipe de Pokémon.

3.1.1 Les caractéristiques que l'on va utiliser dans la sélection

Une équipe Pokémon pour les VGC 2019 se compose de six Pokémon n'appartenant pas à la liste des Pokémon non autorisés lors des combats officielles. Pour cela, nous allons dresser un tableau des Pokémon acceptés comprenant les statistiques qui vont nous intéresser ainsi que les traits qui pourrait potentiellement entrer en jeu durant notre sélection.

Pour tout Pokémon, nous avons à l'avance déterminé que les formes différentes qu'un Pokémon peut avoir ne peut être changées en combat (sauf exception). Nous allons donc, pour chaque forme, les considérer comme un Pokémon à part entière.

Pour chaque Pokémon, nous allons dresser une série de données qui le compose sans prendre en compte les changements qui peuvent affecter le Pokémon. Dans la série VGC, chaque Pokémon sera niveau 50, cela nous permet donc de nous intéresser aux statistiques qu'un Pokémon possède à un seul état de sa progression. Les caractéristiques et les statistiques qui nous intéressent donc dans cette partie sont :

- Les points de vie

- L'Attaque
- La Défense
- L'Attaque Spéciale
- La Défense Spéciale
- La Vitesse
- Les types

On peut ignorer le reste lors de la sélection, car il s'agit de variables qui nous permettent de modifier le Pokémon à notre guise ou à notre insu.

3.1.2 Déterminer les dominants

Un joueur va ensuite regarder les dominances d'un Pokémon lorsqu'il fait son choix. La dominance d'un Pokémon est lorsque l'une de ses statistiques (Attaque, Défense, etc.) est plus haute que le reste des Pokémon. Nous allons donc déterminer dans cet ordre les dominances naturelles (toutes les statistiques dominant le reste du Pokédex), dominance par trois statistiques, puis par deux et enfin par une. Il est en général plus courant pour un joueur en tournoi de ne se concentrer que sur deux des statistiques d'un Pokémon.

Cette multiple détermination de dominance nous permettra par la suite d'évaluer des profils types de Pokémon. Un dominant naturel sera bien évidemment à favoriser, cependant les VGC se déroulent dans un format de combat en deux contre deux. Dans cette optique, il est important de prendre en compte une stratégie de synergie où les Pokémon peuvent aussi s'aider l'un l'autre. C'est pour cette raison qu'il est important, à partir de cette détermination de dominants au travers des statistiques naturelles d'un Pokémon, d'ensuite déterminer des profils à associer aux Pokémon.

3.1.3 Déterminer les profils

Comme dans tous jeux où une équipe affronte un autre groupe de joueurs ou de monstres, il est important de développer une stratégie afin que chaque rôle puisse jouer de leurs avantages en combat.

Nous retrouvons quatre profils types dans ces situations, qui agissent comme un modèle universel dans les jeux :

- Le DPS
DPS provient des mots "Damage Per Second" qui traduit en français nous donne "Dommage Par Seconde". Ce rôle a pour but d'infliger un maximum de dégâts à ses adversaires. Les statistiques qui l'intéresseront seront souvent celles qui a un lien direct avec la puissance de ses attaques. De même, son éventail de capacités s'orientera sur des attaques, ou sur des capacités qui vont infliger des dégâts à ses adversaires.
- Le Tank
Le Tank agit comme le gardien de son équipe. Il redirige les dégâts vers lui-même et fais en sorte de minimiser les dégâts qu'il subit. Le Tank cherchera à

augmenter ses points de vie ainsi que toutes statistiques qui lui permettront d'éviter ou de réduire les dégâts en approche. Les capacités qu'il essaiera d'acquérir auront pour but de le protéger lui et ses compagnons.

- Le Support

Le Support a pour rôle de renforcer son équipe. Il a plusieurs moyens selon les jeux dans lequel il intervient d'agir pour le bien de son équipe. Il peut soigner ses alliés, les renforcer ou augmenter leurs statistiques à l'aide de ses capacités ou même leur offrir un avantage indirect en agissant comme un scout.

- L'Hybride

Un Hybride n'a pas de rôle défini à proprement parler. L'Hybride peut être une partie de chacun des rôles présentés ci-dessus, et même être tous les rôles ci-dessus. Il paye de leur polyvalence dans le fait qu'ils ne peuvent pas accomplir les différents rôles qu'ils peuvent prendre aussi bien que les non-Hybrides.

Dans une équipe Pokémon, nous allons retrouver ses concepts avec des Pokémon qui vont se supporter l'un l'autre, en choisissant un Pokémon Tank pour protéger un Pokémon DPS par exemple.

Nous allons déterminer ses profils à partir de leur dominance. Un Pokémon ayant beaucoup d'Attaque et de Défense est plus sensible à un Pokémon qui utilise des attaques spéciales. Néanmoins, il sera aussi un Pokémon qui se concentra sur des capacités physiques. On cherchera donc à optimiser son côté attaquant à l'aide des natures, des talents, des IVs et des EVs.

Dans cette étape, nous attribuons donc un rôle à ce Pokémon. On va chercher à renforcer les statistiques avantageuses des Pokémon à l'aide des IVs, EVs, des natures et des talents, et choisissons les priorités à déterminer lors de sélection des capacités ainsi que des objets. Lors de la sélection des capacités et des objets, nous interdisons la sélection de ceux interdits par les règles.

3.1.4 Une équipe optimisée

Une fois les profils déterminés, nous pouvons passer au "draft", au tirage des Pokémon, et former des équipes optimisées. Il reste cependant un point à déterminer, et c'est la répartition des types. Il est important d'avoir une bonne répartition des types afin de pouvoir ignorer une grande partie des dégâts qui pourraient approcher deux Pokémon en combat. Dans notre sélection, nous allons donc nous orienter vers une répartition des types équilibrés, en tirant des Pokémon qui combinent le maximum de type. Il n'est pas intéressant d'essayer de créer des équipes spécialisées avec quelques types, puisque l'équipe adverse n'a besoin que de remplir les conditions d'avoir des capacités offensives de types qui infligeront le maximum de dégâts.

Il reste encore des contraintes dans la sélection qui veut que l'on ne puisse pas avoir plus de deux légendaires ou deux Pokémon de la même espèce, dans ce tirage il faut prendre en compte ces contraintes.

3.2 Mise en application

Nous allons chercher à créer une application qui nous permettra de contenir et traiter toutes les données qui nous seront nécessaires à l'écriture de l'algorithme qui nous permettra d'effectuer cette sélection.

3.2.0.1 Récupération des données

Dans le cadre de la mise en application, nous avons donc cherché une base de donnée à jour et complète. Nous en avons trouvé plusieurs, mais nous en retiendrons qu'une seule qui est à la fois complète, organisée et tenue à jour avec les jeux. Cette "base de données" est entièrement écrite en fichier de format CSV. Il faut donc interpréter ce CSV afin de pouvoir le lire et compiler les informations dont on a besoin. Nous avons décidé de traduire le grand volume de données offert par ces fichiers.

C'est en réalisant ce travail d'interprétation vers une base de données MySQL que l'on s'est rendu compte que certains des fichiers n'étaient pas interprétables pour deux raisons :

- Certains fichiers ne sont pas corrects. Il y a certains fichiers CSV très volumineux qui ont des retours à la ligne dans leurs valeurs.
- Certains noms de valeurs nécessitent un raffinement des valeurs extraites. Beaucoup de fichiers se référencent eux-mêmes, ce qui dans l'interprétation, fausse le travail de traduction automatique vers le SQL.

3.2.0.2 La sélection

Le travail lié à l'interprétation ayant été aussi demandeur, nous avons rencontré un obstacle dans la suite de la mise en application. Il n'est pas impossible de finir la traduction de la base de données, néanmoins, cet exercice pourrait nous coûter la richesse des données que nous avons récupérée pour l'attaque de l'algorithme de sélection.

Nous voulons pouvoir garder l'intégrité des données à tout moment afin d'avoir une application dynamique qui peut être réutilisable pour les compétitions des années suivantes. Cela nécessite qu'à la mise à jour de ces données, le travail de traduction doive être minime, voire automatique pour garder une certaine cohérence dans notre sélection.

Cette réflexion est une problématique sur laquelle nous allons réfléchir à l'avenir.

Pour la sélection, notre solution théorique peut encore être améliorée puisqu'elle ne prend pas encore en compte certaines spécificités : les profils un peu uniques et les méga-évolutions. Il faudra réfléchir au traitement de ces deux cas spécifiques lorsque nous améliorerons notre solution.

3.2.1 Résultats de la sélection

L'important à retenir de cette partie, c'est que la mise en application ne dépend que des règles imposées par les VGC qui changent chaque année, ainsi que la cohérence des données. L'automatisation de la sélection des équipes permettra à l'avenir de n'avoir qu'à adapter les tableaux de données pour qu'elle soit de nouveau cohérente et d'adapter les règles en vigueur.

Notre intelligence artificielle

Dans ce chapitre, nous avons nos équipes de prêtes, il ne reste plus qu'à les faire combattre.

4.1 Mise en Application

En suivant la méthode de recherche arborescente de Monte Carlo, nous pourrions développer l'intelligence artificielle qui viendra se confronter aux autres joueurs en circulation. Pour l'appliquer dans notre situation, nous avons besoin de définir ce qui compose un combat Pokémon et le traduire dans les spécifications de l'algorithme.

4.1.1 Définir la configuration initiale

Un combat Pokémon suivant les règles VGC commencera toujours avec les deux premiers Pokémon de chaque équipe sur le terrain. Tous les Pokémon auront leurs statistiques inchangées par des augmentations ou des réductions de statistiques. Tous les Pokémon auront leurs points de vie au maximum. Toutes les capacités des Pokémon auront les points de pouvoir au maximum. Tous les objets à usage unique que les Pokémon porteront ne seront pas utilisés.

On considère que la configuration initiale en combat sera les deux équipes Pokémon en début de combat.

4.1.2 L'apprentissage par renforcement

Au vu du nombre de possibilités et des changements venant avec chaque saison, il est rare de trouver des données ou des observations qui viendront servir de base à notre IA. On peut aussi ignorer l'apprentissage non supervisé pour la première raison.

On peut cependant utiliser l'apprentissage par renforcement pour entraîner notre IA pour un combat. L'apprentissage par renforcement étant guidé par la valeur d'une action ainsi que de la valeur d'un objectif, on peut guider l'IA au travers de deux critères de choix : gagner la partie.

Le but le plus important d'un combat Pokémon est de le gagner, et il est possible de le faire via un éventail d'action plutôt important : utiliser l'une des quatre capacités du

Pokémon, et par conséquent choisir les cibles de cette capacité s'il y en a, ou changer un Pokémon pour un autre en combat. Gagner est donc l'objectif principal.

On peut, à partir de là, supputer que chaque action que l'IA prendra et l'amèneront à gagner la partie sera évalué de telles sortes à ce que le choix des actions en combat soit le plus efficient.

4.2 Une IA trop complexe

Bien qu'il semblerait possible de réaliser cette IA, il existe beaucoup d'autres problèmes auxquels il faut répondre avant de pouvoir l'utiliser.

4.2.1 Problème matériel

Nous rencontrons tout d'abord un problème matériel. La dernière version d'AlphaGo, AlphaGo Zero, travaillait en faisant travailler 64 processeurs graphiques (GPU) ainsi que 19 processeurs (CPU) dont quatre utilisés pour l'apprentissage automatique. Pour ce système seulement, le cout matériel a été estimé à 25 millions de dollars américains.

Les versions précédentes ont utilisé plus de ressources que celles d'AlphaGo Zero, la version d'AlphaGo qui a battu Fan Hui aurait utilisé au moins 176 GPU.

4.2.2 Pas d'entraînement

Les configurations initiales vont varier à chaque combat sur la base même que les équipes rencontrées seront différentes. Les tournois se réalisent très souvent sur deux jours et les joueurs ne connaissent rien d'entre eux avant d'arriver. Dans une situation optimale, nous pourrions entraîner l'IA les jours précédents la compétition en utilisant les informations des équipes que les joueurs vont utilisés cependant il est incertain de savoir combien de temps cela prendrait en vue du nombre de possibilités en combat. Il a fallu 40 heures à AlphaZero pour battre sa dernière version, en ayant qu'une seule configuration initiale. Dans notre cas, le champ des possibles est plus léger, mais indéterminable, et la configuration initiale est rarement unique.

4.2.3 Problème trop complexe

Pour en revenir au champ des possibles, le problème d'un combat Pokémon est beaucoup trop complexe. Le nombre de possibilités accroît sur plusieurs niveaux, choisir entre utiliser une capacité ou changer de Pokémon, choisir la capacité puis choisir sa cible, et choisir le Pokémon qui viendra remplacer le précédent. Il y a encore un niveau sur le calcul de dégâts, dans le cas d'une attaque offensive. Les attaques infligeant des dégâts n'infligent pas de dégâts fixes, les dégâts sont déterminés par les statistiques ainsi que les types en jeu, mais aussi par deux valeurs aléatoires : l'une

vient déterminer les dégâts infligés dans une fourchette et une autre qui vient déterminer si l'attaque est critique, c'est-à-dire si elle va infliger deux fois plus de dégâts. En plus de ça, il reste aussi l'esquive, qui reste liée à la chance qu'un Pokémon a de ne pas subir l'attaque.

L'arbre des choix est très souvent laissé à la chance, ce qui peut venir fausser l'apprentissage d'un ordinateur qui peut considérer une action comme n'étant pas satisfaisante dans un cas d'un jour de chance de l'adversaire ou inversement, garantie la réussite en combat alors qu'il ne s'agissait que d'une attaque liée à un jet de dé.

L'ajout de l'aléatoire dans le jeu, aussi infime qu'il soit, force à redéfinir certains critères de choix dans cette méthode.

4.3 Résultats

Bien que nous ne pouvons pas obtenir de résultat sur la base même d'une insuffisance matérielle, nous pouvons estimer que l'équipe est optimisée pour être la meilleure. La force d'un joueur de haut niveau ne vient pas seulement de sa prise de décision, donc son application de la stratégie, mais aussi de sa capacité à choisir dîtes stratégie.

Dans un exemple très simple, la méta ¹ en ce moment dans Overwatch nommé GOATS ("GO All Tanks and Supports") est l'itération d'une ancienne méta[6], la méta "Trois tanks" qui consistait à former une équipe composée de trois tanks, d'un DPS et de deux supports. La force de celle-ci résidait dans durabilité et survie de sa composition, permettant une production importante de dégâts sans pour autant en subir de trop. Une autre itération cette fois-ci jouait sur une composition à "Trois supports". Celle-ci échoua cependant à la réalisation que les dégâts et la durabilité avaient souffert d'un troisième support.

GOATS fit son apparition à la sortie d'un nouveau personnage qui permit cette durabilité et cette survie au sacrifice de la production massive de dommage. Cependant, elle joue non pas sur la production de dégâts, mais sur l'utilisation des outils la plus efficace : la première équipe à court de moyens se voit être battue dans la majeure partie des cas.

Ce qui rend cette méta intéressante dans notre cas, c'est que c'est la première stratégie de jeu ne demande pas un certain niveau pour être prise en main. La demande en compétence est moins forte, et chaque joueur peut la jouer et devenir une menace.

Dans notre cas, l'important n'est donc pas de produire un joueur de haut niveau, mais de produire une équipe de haut niveau.

1. stratégie populaire à l'instant présent dans un jeu

Mise en application dans de vrais matchs

Maintenant que nous avons notre équipe et que nous avons confirmé qu'il n'est pas possible pour le moment de réaliser une IA qui jouera cette équipe, nous allons avec des humains de niveaux différents tester ces équipes dans les conditions réelles.

5.1 Pokémon Showdown

Les VGC ayant déjà commencé, il ne nous est pas possible d'y participer afin de déterminer la valeur concrète de nos équipes face à des joueurs réelles et dans des conditions plus favorables. Il est en revanche possible de simuler des combats dans un environnement qui nous permettrait de mettre nos équipes en situation réelle.

Cet environnement s'appelle Pokémon Showdown.

Pokémon Showdown est un simulateur de combat Pokémon sur internet. Il propose un système de rencontres aléatoires dans un format souhaité, et il est aussi possible de se battre contre un adversaire précis.

5.1.1 Les spécimens

Nous avons donc trouvé des spécimens qui vont aller utiliser ses équipes dans ce simulateur et qui iront jouer contre des joueurs réels, mais inconnus de niveaux différents. Nous enregistrerons le plus de combats possible selon leurs disponibilités et analyserons les résultats.

Nous définirons trois classes de spécimens :

- Débutant
Un débutant est un joueur n'ayant pas ou peu de connaissances dans Pokémon. Il n'aura aucune, ou que de vagues idées sur comment son équipe fonctionne.
- Intermédiaire
Un joueur intermédiaire ayant des Pokémon relatives à Pokémon et au bon déroulement d'un combat. Il connaît son équipe et sait ce qu'ils font. Il n'est cependant pas efficient dans sa prise de décision.
- Avancé
Un joueur avancé est un joueur qui connaît ces principes de méta et qui sait les appliquer en combat. Il sait s'adapter, et prendre une décision correcte.

Afin d'avoir un comparatif pour chaque classe de spécimen, nous les ferons se battre avec des équipes de leur propre création. Nous nous attendons aux résultats suivants :

- Les débutants vont voir une augmentation dans leur taux de combats gagnés. Nous nous basons sur leur manque d'expérience qui va influencer sur leur choix de leur équipe.
- Les joueurs intermédiaires vont voir une augmentation dans leur taux de combats gagnés. Nous nous basons sur leur manque d'expérience qui va influencer sur le choix de leur équipe. Cependant, avec leurs connaissances un peu plus poussées du jeu que les débutants, nous pouvons attendre d'eux que leur taux de réussite va augmenter de manières plus significatives.
- Les joueurs avancés vont voir une augmentation dans leur taux de combats gagnés. Cette fois-ci, l'outil leur servira d'assistant d'optimisation qui viendra combler les lacunes plutôt qu'agir comme une source ayant accès à plus de connaissances.

5.2 Conclusion

Nous finissons sur un outil de génération d'équipe relativement optimisé pour aider les joueurs dans la sélection de Pokémon. Nous n'aurons pas réussi à créer un joueur de haut niveau capable de participer aux tournois officiels. Le travail de recherche et de réflexion pour en arriver là est concluant et permettra dans le futur de réaliser une solution qui pourrait à l'avenir produire une intelligence artificielle qui pourra s'entreprendre à de telles aventures.

Nous finissons donc sur trois grands axes d'améliorations : finir la traduction des données pour obtenir un outil de sélection et de génération d'équipe de Pokémon dynamique et adaptable à tout moment, améliorer la sélection des Pokémon en prenant en compte plus de situations spécifiques et former une intelligence artificielle qui peut s'adapter à n'importe quelle adversaire dans n'importe quel format qui lui est présenté.

Bibliographie

- [1] AFJ. *Sporsora réunit les experts pour décrypter le monde de l'esport*. url : https://www.afjv.com/news/9675_le-monde-de-l-esport-decrypte-par-sporsora-et-des-experts.htm.
- [2] AlwaysForKeyboard. *l'eSport fait un pas de géant dans sa reconnaissance olympique*. url : <http://www.alwaysforkeyboard.com/lesport-fait-un-pas-de-geant-dans-sa-reconnaissance-olympique/>.
- [3] Bruno Bouzy. *PROGRESSIVE STRATEGIES FOR MONTE-CARLO TREE SEARCH*. url : <https://dke.maastrichtuniversity.nl/m.winands/documents/pMCTS.pdf>.
- [4] AI Game Dev. *Monte-Carlo Tree Search in TOTAL WAR : ROME II's Campaign AI*. url : <http://aigamedev.com/open/coverage/mcts-rome-ii/>.
- [5] EsCharts. *Pokémon World Championships 2018*. url : <https://escharts.com/tournaments/pokemon/pokemon-world-championships-2018>.
- [6] ESTNN. *OVERWATCH GOATS: A HISTORY, ANALYSIS, AND ITS CURRENT STATE*. url : <https://estnn.com/overwatch-goats-a-history-analysis-and-its-current-state/>.
- [7] THAT'S ALL GAMES. *THE 2018 POKEMON WORLD VGC CHAMPIONSHIP*. url : <https://thatsallgames.com/2018/08/30/the-2018-pokemon-world-vgc-championship/>.
- [8] Agence Française pour le Jeu Vidéo. *PayPal et Wargaming dévoilent les derniers chiffres du marché de l'e-sport pour les Grand Finals 2016 de World of Tanks*. url : https://www.afjv.com/news/6153_paypal-devoile-les-derniers-chiffres-du-marche-de-l-e-sport.htm.
- [9] LaCroix. *Ce « e-sport » qui dérange le monde sportif*. url : <https://www.la-croix.com/Sport/Ce-sport-derange-monde-sportif-2017-05-12-1200846649>.
- [10] Larousse. *Intelligence Artificielle*. url : https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/intelligence_artificielle/187257.
- [11] Le Monde. *Paris se dit ouvert à l'idée d'inclure l'e-sport dans les Jeux olympiques de 2024*. url : https://www.lemonde.fr/pixels/article/2017/08/10/paris-se-dit-ouvert-a-l-idee-d-inclure-l-e-sport-dans-les-jeux-olympiques-de-2024_5170865_4408996.html.
- [12] Nature. *Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search*. url : <https://www.nature.com/articles/nature16961>.
- [13] Nature. *Mastering the game of Go without human knowledge*. url : <https://www.nature.com/articles/nature24270>.
- [14] Université de Rennes. *Elisa Fromont et les défis de l'intelligence artificielle*. url : <https://www.univ-rennes1.fr/actualites/04042018/elisa-fromont-et-les-defis-de-lintelligence-artificielle>.

- [15] UltiGame. *Championnats du monde Pokémon 2019, le règlement VGC a été officialisé*. url : <http://www.ultigame.fr/championnats-du-monde-pokemon-2019-le-reglement-vgc-a-ete-officialise/>.
- [16] Wikipédia. *Sport électronique*. url : https://fr.wikipedia.org/wiki/Sport%5C_%5C%C3%5C%A9lectronique.

Table des matières

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Analyse des solutions existantes | 11 |
| 1.1 | L'intelligence artificielle de manière plus générale | 11 |
| 1.1.1 | L'algorithme et l'heuristique | 11 |
| 1.1.2 | Le réseau de neurones | 11 |
| 1.1.3 | Intelligences artificielles forte et faible | 12 |
| 1.1.4 | Le Machine Learning | 12 |
| 1.2 | AlphaGo | 13 |
| 1.2.1 | La méthode de Monte-Carlo | 13 |
| 1.2.2 | Zero | 14 |
| 2 | Contextualisation | 17 |
| 2.1 | Caractéristiques | 17 |
| 2.1.1 | Propre au Pokémon | 17 |
| 2.1.1.1 | Le niveau du Pokémon | 17 |
| 2.1.1.2 | Le sexe du Pokémon | 17 |
| 2.1.1.3 | Le type du Pokémon | 18 |
| 2.1.1.4 | Les statistiques du Pokémon | 19 |
| 2.1.1.5 | La nature du Pokémon | 20 |
| 2.1.1.6 | Le talent du Pokémon | 22 |
| 2.1.1.7 | Les capacités du Pokémon | 23 |
| 2.1.1.8 | Le statut du Pokémon | 24 |
| 2.1.1.9 | L'esquive du Pokémon | 25 |
| 2.1.1.10 | La forme du Pokémon | 25 |
| 2.1.1.11 | Autres | 27 |
| 2.1.2 | Extérieur au Pokémon | 27 |
| 2.1.2.1 | Le climat | 27 |
| 2.1.2.2 | Le champ actif | 28 |
| 2.1.2.3 | Les objets | 29 |
| 2.2 | Format VGC | 29 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3 | Générer une équipe de Pokémon optimale pour les VGC 2019 | 33 |
| 3.1 | Liste des Pokémon sélectionnables | 33 |
| 3.1.1 | Les caractéristiques que l'on va utiliser dans la sélection | 33 |
| 3.1.2 | Déterminer les dominants | 34 |
| 3.1.3 | Déterminer les profils | 34 |
| 3.1.4 | Une équipe optimisée | 35 |
| 3.2 | Mise en application | 36 |
| 3.2.0.1 | Récupération des données | 36 |
| 3.2.0.2 | La sélection | 36 |
| 3.2.1 | Résultats de la sélection | 37 |
| 4 | Notre intelligence artificielle | 39 |
| 4.1 | Mise en Application | 39 |
| 4.1.1 | Définir la configuration initiale | 39 |
| 4.1.2 | L'apprentissage par renforcement | 39 |
| 4.2 | Une IA trop complexe | 40 |
| 4.2.1 | Problème matériel | 40 |
| 4.2.2 | Pas d'entraînement | 40 |
| 4.2.3 | Problème trop complexe | 40 |
| 4.3 | Résultats | 41 |
| 5 | Mise en application dans de vrais matchs | 43 |
| 5.1 | Pokémon Showdown | 43 |
| 5.1.1 | Les spécimens | 43 |
| 5.2 | Conclusion | 44 |

Table des figures

2.1 Charte graphique des types, de leurs forces et faiblesses, pokemondb.net/type 19

Liste des tableaux

| | | |
|-----|--|----|
| 2.1 | Table des talents de bonus d'attaque | 21 |
| 2.2 | Table des talents de bonus de défense | 21 |
| 2.3 | Table des talents de bonus d'attaque spéciale | 21 |
| 2.4 | Table des talents de bonus de défense spéciale | 21 |
| 2.5 | Table des talents de bonus de vitesse | 21 |
| 2.6 | Table des talents neutre | 22 |