



L'innovation au service de la finance de marché

---

## Projet DOLPHIN

---

3 octobre 2017

# Plan

---

1. Introduction : présentation de JUMP et du projet
2. Rappel des bases
  1. Qu'est-ce qu'un titre financier ?
  2. Qu'est ce qu'un portefeuille financier ?
  3. Qu'est ce qu'un rendement d'actif ?
  4. Qu'est ce qu'un robo-advisor ?
3. Notions financières pour le projet Dolphin
  1. Le ratio de Sharpe
  2. L'optimisation de portefeuille : principe et exemple pour 2 actifs
  3. La théorie moderne de la gestion de portefeuille
  4. L'optimisation de portefeuille par le ratio de Sharpe – Introduction d'un actif sans risque
  5. Implémentation d'un algorithme maximisant Sharpe
4. Lancement du projet
5. Questions & Réponses

# 1. Introduction : Emmanuel Fougeras - Faouzi Jaouani



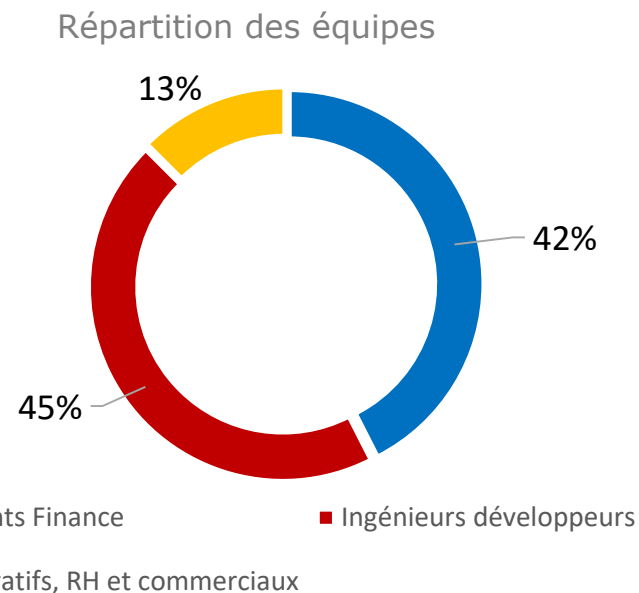
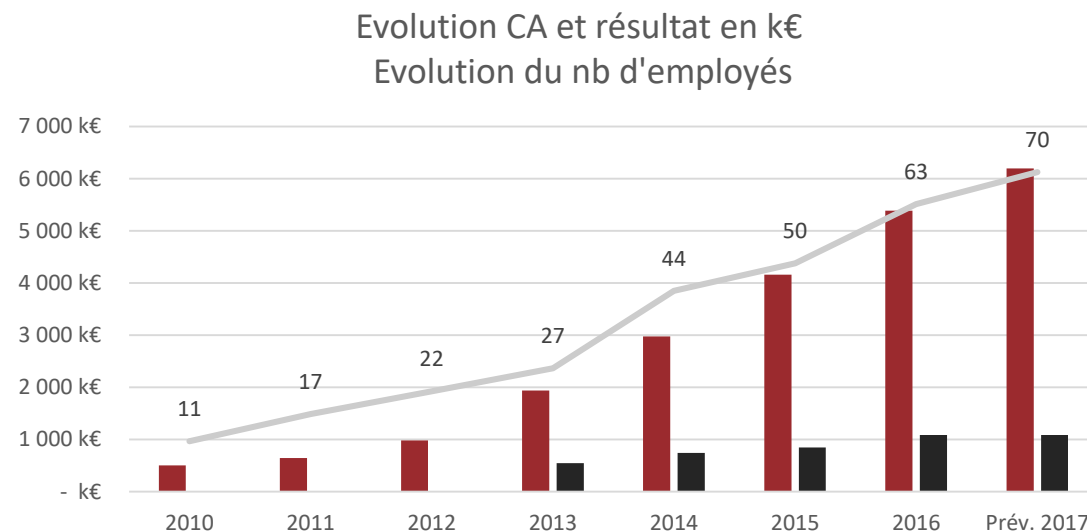
- Emmanuel Fougeras
- Président-Fondateur de JUMP
- Diplômé d'EPITA, SCIA promotion 2002



- Faouzi Jaouani
- Responsable innovation
- Diplômé d'EPITA, SCIA promotion 2013

# 1. Introduction : Présentation de JUMP

- **JUMP**, éditeur de logiciels **indépendant** et dédié à la gestion d'actifs créé en 2006
- Le progiciel JUMP est une solution Front to Back pour tous les acteurs de la Finance de Marché
- Quelques fonctionnalités couvertes par le progiciel : passage d'ordres, tenue de position, suivi du risque de marché, analyse de la performance, contrôle interne, réalisation de stress test...
- Chiffres clés :
  - ❖ 400 utilisateurs depuis 30 sociétés clientes (sociétés de gestion, banques, assureurs...)
  - ❖ **350 milliards d'euros** d'actifs gérés avec JUMP



# 1. Introduction : Présentation du sujet

---

- Dolphin est un **serious-game compétitif** sur le développement d'une fonction **d'optimisation de portefeuille** à l'image de ce que font les robo-advisors des FinTech
- Ce sujet ne nécessite pas d'importantes connaissances en finance de marché

# 1. Introduction : Présentation du sujet

---

## Objectif du projet Dolphin

- Concevoir un programme créant un portefeuille optimisé selon le ratio de Sharpe (présenté par la suite) comme le ferait un gestionnaire ou un robot advisor
- Pour cela, vous vous appuyerez sur un serveur d'application JUMP hébergé sur Internet
- Ce serveur vous exposera des API REST JSON vous donnant tous les services nécessaires pour écrire votre programme
- Vous pouvez développer votre solution dans le langage de votre choix (Java, Kotlin, C#, Swift, Ruby...)
- Dans la suite de cette présentation, des notions financières utiles au projet seront présentées

# 1. Introduction : Présentation du sujet

---

## Objectif du projet Dolphin

- Il vous sera donc remis suite à votre inscription
  - ❖ Le lien vers le serveur d'application proposant les API
  - ❖ Le lien vous permettant de télécharger
    - Une documentation présentant en détail le sujet et les API à utiliser
    - Une documentation des API REST mis à votre disposition
    - Un code exemple Java pour vous inspirer

# 1. Introduction : Présentation du sujet

---

## Lots à gagner

- Les meilleurs seront récompensés par des bons cadeaux !
- 1<sup>er</sup> de l'école : Bon cadeau d'une valeur de 200 €
- 2<sup>ème</sup> : Bon cadeau d'une valeur de 125 €
- 3<sup>ème</sup> : Bon cadeau d'une valeur de 75 €
- Et en général pour tous ceux qui auront réussi le projet une proposition de stage chez JUMP



# 1. Introduction : Présentation du sujet

---

## Dates clés

- 3/10 : démarrage du projet
- A partir du 3/10 :
  - ❖ Chaque groupe d'étudiants communique par mail à [dolphin@jump-informatique.com](mailto:dolphin@jump-informatique.com) ses 3 membres et le lien du dépôt GitHub public de son projet Dolphin
  - ❖ En retour, JUMP communique les identifiants du groupe concerné au serveur de test Dolphin
- Lundi 27/11 à 10h :
  - ❖ Fermeture du serveur : date limite pour avoir rempli les portefeuilles de réponse
  - ❖ Les commits réalisés après cette date ne seront plus pris en compte
- Mardi 28/11 :
  - ❖ Soutenances par groupes pour que chaque groupe puisse présenter sa solution et le code réalisé

## 2. Rappel des bases

### 1. Qu'est-ce qu'un titre financier ?

- Un titre financier est un titre qui représente une partie du capital d'une société (actions) ou une partie de son endettement (obligation, bons du trésor,...)
- Il donne le droit à son acquéreur (l'investisseur) de bénéficier de flux futurs de trésorerie (dividendes, remboursement avec intérêts,...) en échange d'un investissement initial
- Ces flux futurs sont incertains : ils dépendent de nombreuses variables qui changent en fonction du titre financier
- Dans le cadre du projet Dolphin, les titres financiers comme les portefeuilles sont des "actifs", l'API GET /asset permet de récupérer leurs caractéristiques, l'API GET /asset/{id}/quote leurs cotations et l'API POST /ratio/invoke permet de calculer une liste de ratios sur une liste d'actifs
- La liste précise des requêtes est disponible dans la documentation

## 2. Rappel des bases

### 2. Qu'est ce qu'un portefeuille financier ?

- Un portefeuille financier désigne un ensemble de titres financiers détenus par une société ou un individu
- Un même portefeuille peut contenir différents types de titres financiers

Actif	Type d'actif	Quantité	Cours de valorisation	Montant	% NAV du portefeuille
Air Liquide	Action	60	103,15 €	6 189 €	8,01%
Altarea	Action	33	192,35 €	6 347,55 €	8,21%
Bouygues	Action	150	37,38 €	5 607 €	7,25%
Colas	Action	35	174 €	6 090 €	7,88%
MARTIN MAUREL CONVERTIBLES C	Fonds	32	162,01 €	5 184,32 €	6,71%
MARTIN MAUREL SELECTMANAGERS P	Fonds	197	27,59 €	5 435,23 €	7,03%
MARTIN MAUREL SENIOR PLUS P	Fonds	26	212,76 €	5 531,76 €	7,16%
Nestle N	Action	60	81,45 SF	4 887 SF	5,56%
RENAULT PFRN 24OCT49 (PERP)	Obligation	10	625 €	6 250 €	8,09%

## 2. Rappel des bases

---

### 2. Qu'est ce qu'un portefeuille financier ?

#### Zoom sur le cas du mandat privé

- Un portefeuille sous mandat privé appartient à un investisseur, généralement un particulier, qui a confié la gestion du portefeuille à un Gérant sous mandat
- Dans le cadre du projet Dolphin, on utilise :
  - ❖ l'API GET /portfolio/{id}/dyn\_amount\_compo pour récupérer le contenu (la composition) d'un mandat
  - ❖ l'API PUT /portfolio/{id}/dyn\_amount\_compo pour modifier son contenu

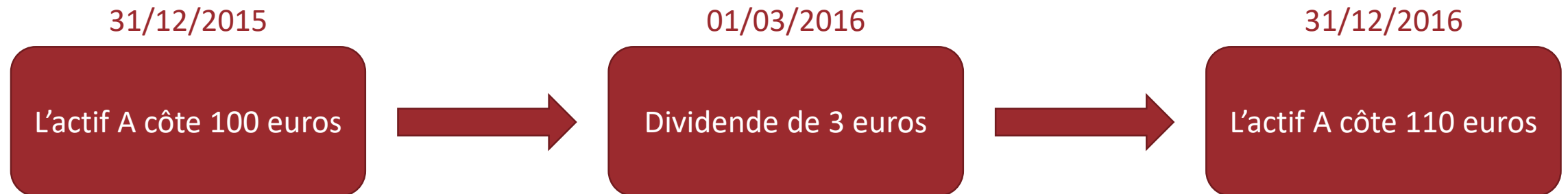
## 2. Rappel des bases

### 3. Qu'est ce qu'un rendement d'actif ?

- Le rendement / la performance d'un actif est la progression, en pourcentage, de la valeur d'un placement sur cet actif sur une certaine période

- $$\text{Rendement} = \frac{V_n - V_{n-1} + \text{Flux de trésorerie perçus}}{V_{n-1}}$$

- Exemple :



- Le rendement sera de 13% sur un an
- L'API REST permettant d'obtenir le rendement d'un actif sur une période est l'API GET `/asset/{id}/quote`

## 2. Rappel des bases

### 4. Qu'est ce qu'un robo-advisor – Présentation

- Un robo-advisor est une plateforme qui fournit des conseils en placements financiers
- Ils offrent une alternative aux gestionnaires de portefeuille traditionnels présentant de nombreux avantages

#### CGP / Gérant privé

- + Conseil personnalisé
- + Relation humaine
- Frais notables (de 1 à 2% par an)
- Adaptés aux patrimoines importants (> 100 000 euros)
- Intermédiaire supplémentaire pour interagir avec le marché



#### Robo-advisor

- + Frais bas (entre 0,2 et 0,5% par an)
- + Disponible pour tous
- + Consultable en permanence et immédiatement
- Personnalisation limitée
- Pas de relation humaine

## 2. Rappel des bases

### 4. Qu'est ce qu'un robo-advisor - Fonctionnement



- L'utilisateur renseigne son profil d'investisseur : horizon d'investissement, son appétence au risque, les types de titres dans lesquels il souhaite investir,...



- Le robot récupère ces données et celles des marchés
- Calcul des meilleures possibilités d'investissement



- Proposition d'une solution d'investissement plus ou moins personnalisée suivant le raffinement de l'automate

➤ La qualité d'un robo-advisor dépend notamment de l'algorithme d'optimisation de portefeuille → cœur du projet Dolphin

# 3. Notions financières pour le projet Dolphin

## La volatilité, la mesure du risque

- Le risque se mesure ici par la **volatilité** (noté  $\sigma$ ) d'un actif. Elle est égale à la racine carré de la moyenne des écarts à la moyenne

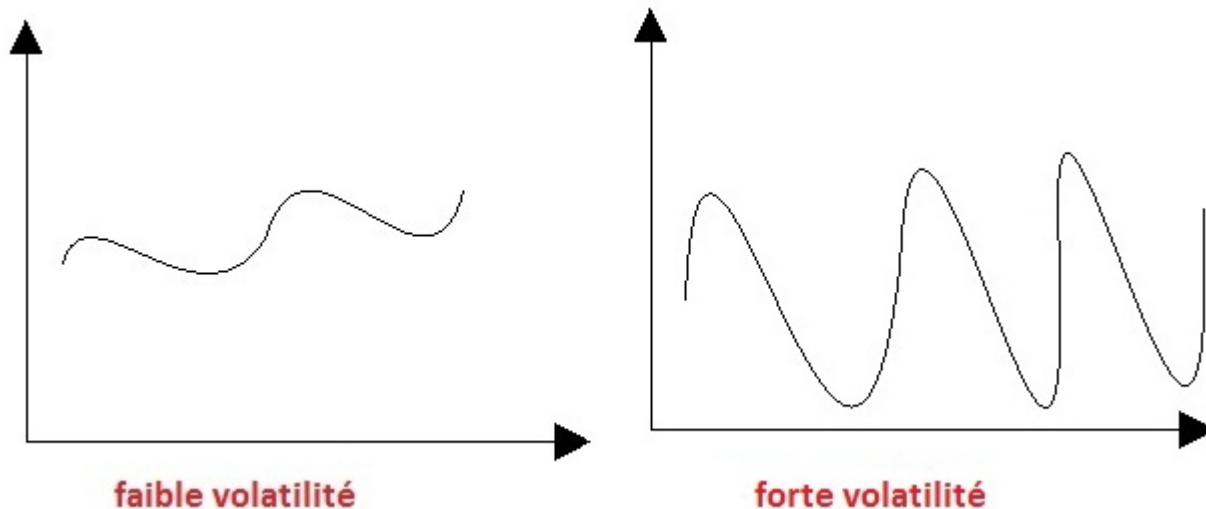
$$\sigma_a = \sqrt{V_a} = \sqrt{\frac{\sum_1^n (x_i - x_m)^2}{n}}$$

$\sigma_a$  : écart-type de l'actif a

$x_i$  : cours de a en i

n : nombre de périodes observées

$x_m$  : moyenne des cours de a



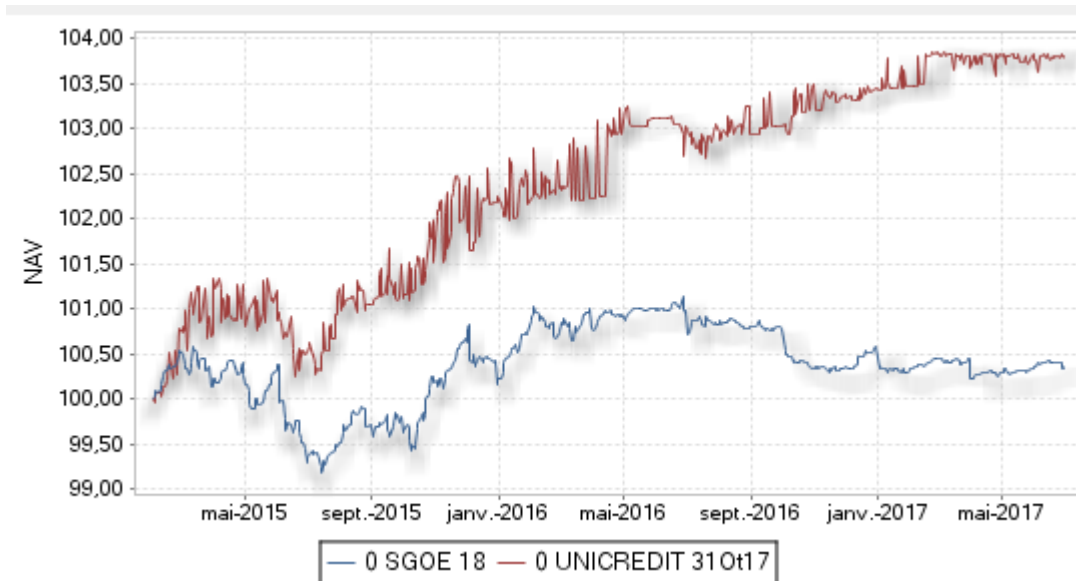


## 2. Notions financières pour le projet Dolphin

### La volatilité, la mesure du risque

- Ci-dessous, on montre les performances historiques de différents titres financiers
- Ceux dont la volatilité est faible sont également ceux dont la performance est faible

Exemples de titres à faible volatilité / faible rendement



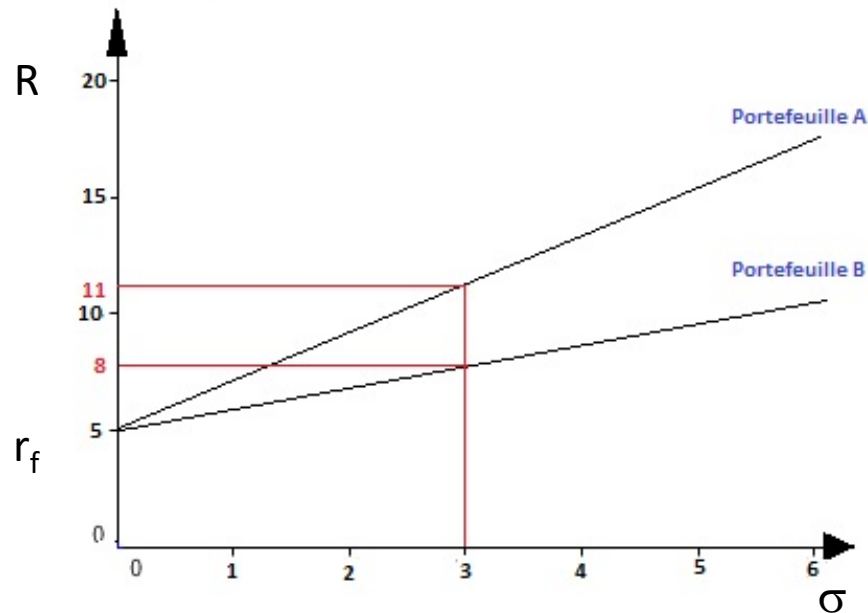
Exemples de titres à forte volatilité / fort rendement



# 3. Notions financières pour le projet Dolphin

## 1. Le ratio de Sharpe – Formule

- Calcul du rendement d'un actif ou d'un portefeuille par unité de risque
- Le rendement est noté  $R$  (ou  $R_p$  pour un portefeuille  $p$ ) auquel on soustrait le rendement du « **taux sans risque** » (ex : EONIA)
  - ❖ Rendement d'un portefeuille =  $R_p = \sum_i w_i * R_i$
- Plusieurs Sharpe existent : celui présenté ici est égale à  $S_p = \frac{R_p - r_f}{\sigma_p}$



Question : que peut-on déduire de ce graphique ?

# 3. Notions financières pour le projet Dolphin

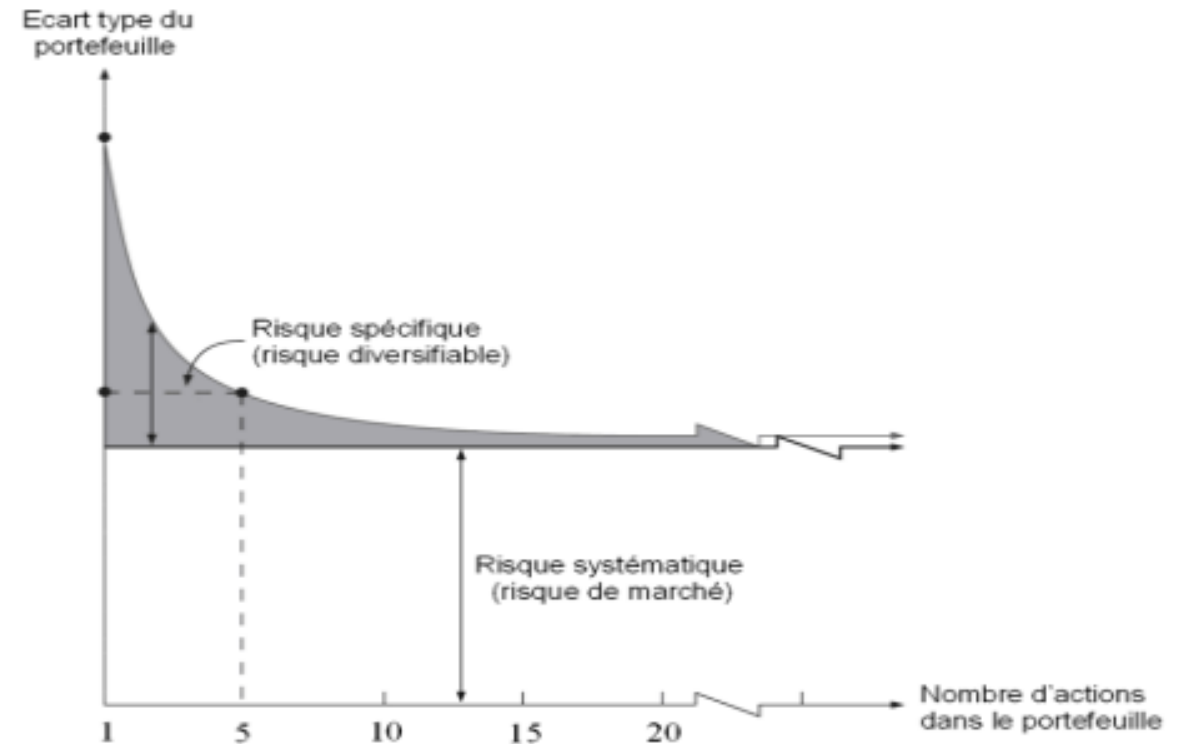
## 1. Le ratio de Sharpe – Exercice

- On considère un portefeuille A et un portefeuille B avec les paramètres suivants :
  - ❖ A a un rendement de 9% et une volatilité de 8%
  - ❖ B a un rendement de 7% et une volatilité de 5%
- Le taux sans risque est de 2%
- Quel portefeuille a la meilleure performance par rapport à son risque ?

# 3. Notions financières pour le projet Dolphin

## 2. L'optimisation de portefeuille

- L'optimisation de portefeuille montre qu'il est possible, grâce à un choix des actifs, de réduire le risque et de maximiser le rendement
- Ceci est possible par la réduction du risque « spécifique », c'est-à-dire le risque qui n'affecte qu'un seul titre (ou un petit groupe)
- Une partie du risque n'est pas diversifiable : le risque de marché (ou systématique)



### 3. Notions financières pour le projet Dolphin

#### 2. L'optimisation de portefeuille – Exemple : portefeuille à 2 actifs

- On considère 2 actions : Carrefour et Michelin. Grâce aux informations suivantes, peut-on déduire des compositions de portefeuille optimales ?

	Carrefour	Michelin
Rendement	10%	11%
Volatilité	29,7%	33,9%
Corrélation entre les 2	0,335	

- Rendement d'un portefeuille a n actifs :

$$\rightarrow R_p = \sum_{i=1}^n w_i * R_i$$

- Volatilité d'un portefeuille a n actifs :

$$\rightarrow \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i * w_j * \text{Cov}(i,j)$$

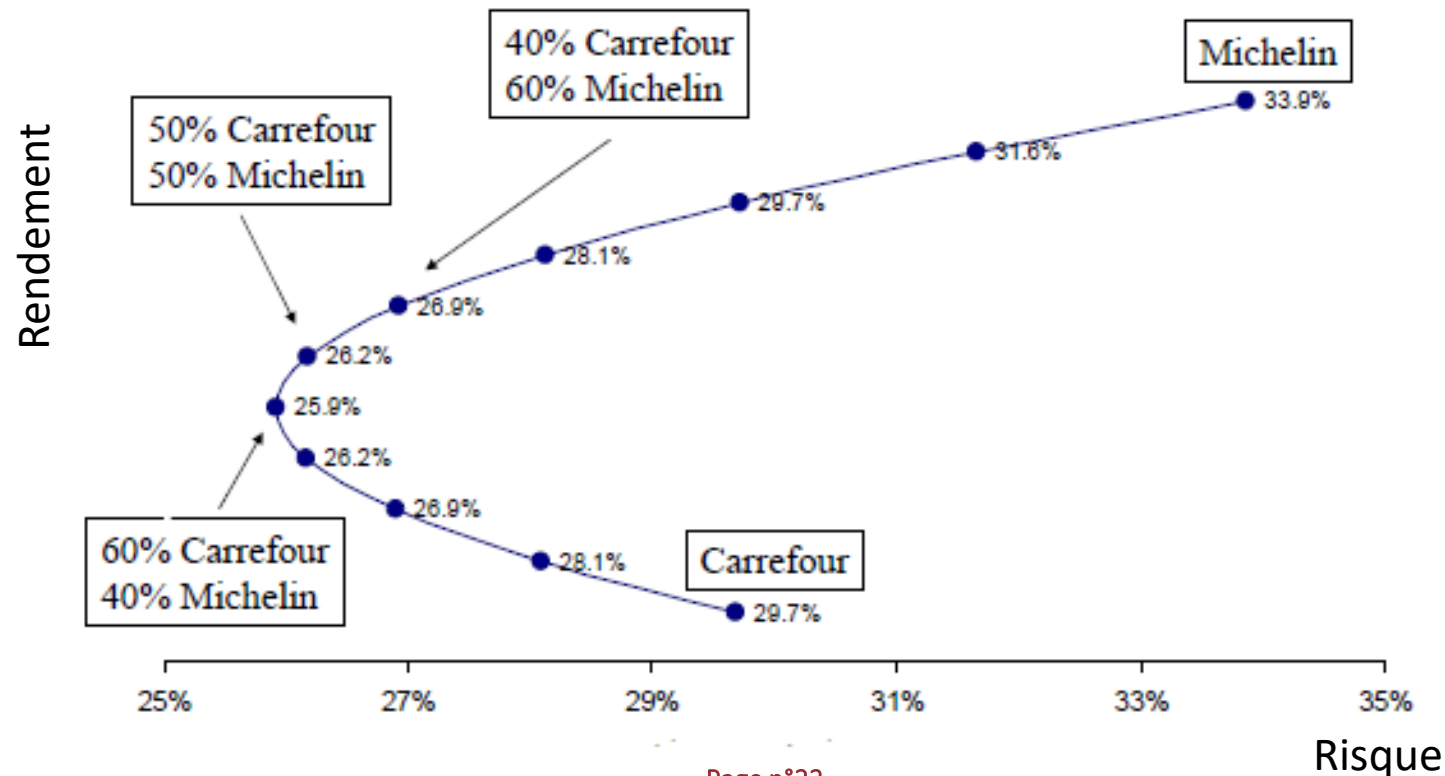
$w_i$  : poids de l'actif dans le portefeuille

$$\text{Cov}(i,j) = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n (x_i - x_m)(y_i - y_m)$$

# 3. Notions financières pour le projet Dolphin

## 2. L'optimisation de portefeuille – Exemple : portefeuille à 2 actifs

- La courbe représente toutes les combinaisons possibles de compositions de portefeuille avec les 2 actifs précédents et les points bleu marquent les dizaines
- Que peut-on conclure ?



# 3. Notions financières pour le projet Dolphin

## 3. La théorie moderne de la gestion de portefeuille

- Théorie développée par Harry Markowitz dans les années 1950, notamment avec l'article "Portfolio Selection", *Journal of Finance*, 1952
- Avant Markowitz : le choix des compositions de portefeuille se faisait en sélectionnant des titres individuellement selon leur rendement ou leur volatilité
- Après Markowitz : le choix des compositions se fait également en prenant en compte la corrélation des variations des rendements des titres afin de minimiser le risque pour un même rendement

# 3. Notions financières pour le projet Dolphin

## 3. La théorie moderne de la gestion de portefeuille

- Formule de la variance (mesure de la volatilité) du rendement d'un portefeuille :

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \text{Cov}(r_i, r_j)$$

- Formule du rendement d'un portefeuille :

$$r_p = \sum_{i=1}^n w_i r_i$$

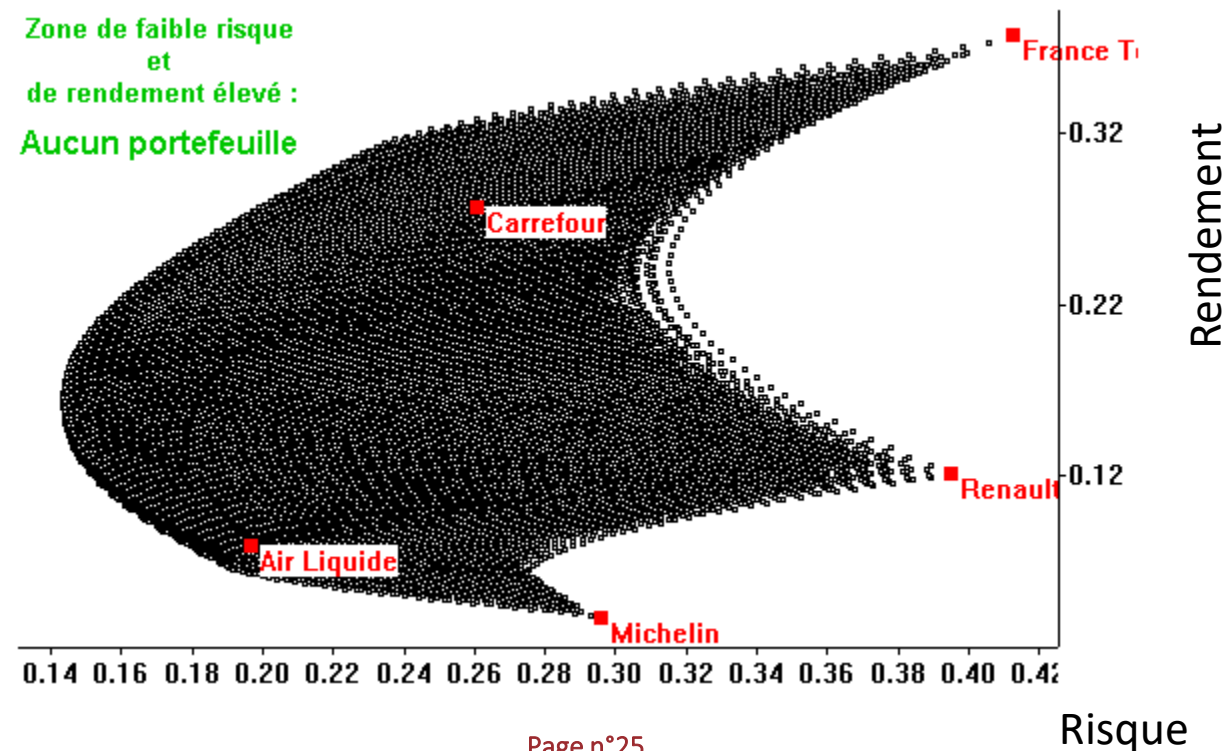
$w_i$  : poids de l'actif dans le portefeuille



# 3. Notions financières pour le projet Dolphin

## 3. La théorie moderne de la gestion de portefeuille – La frontière efficiente

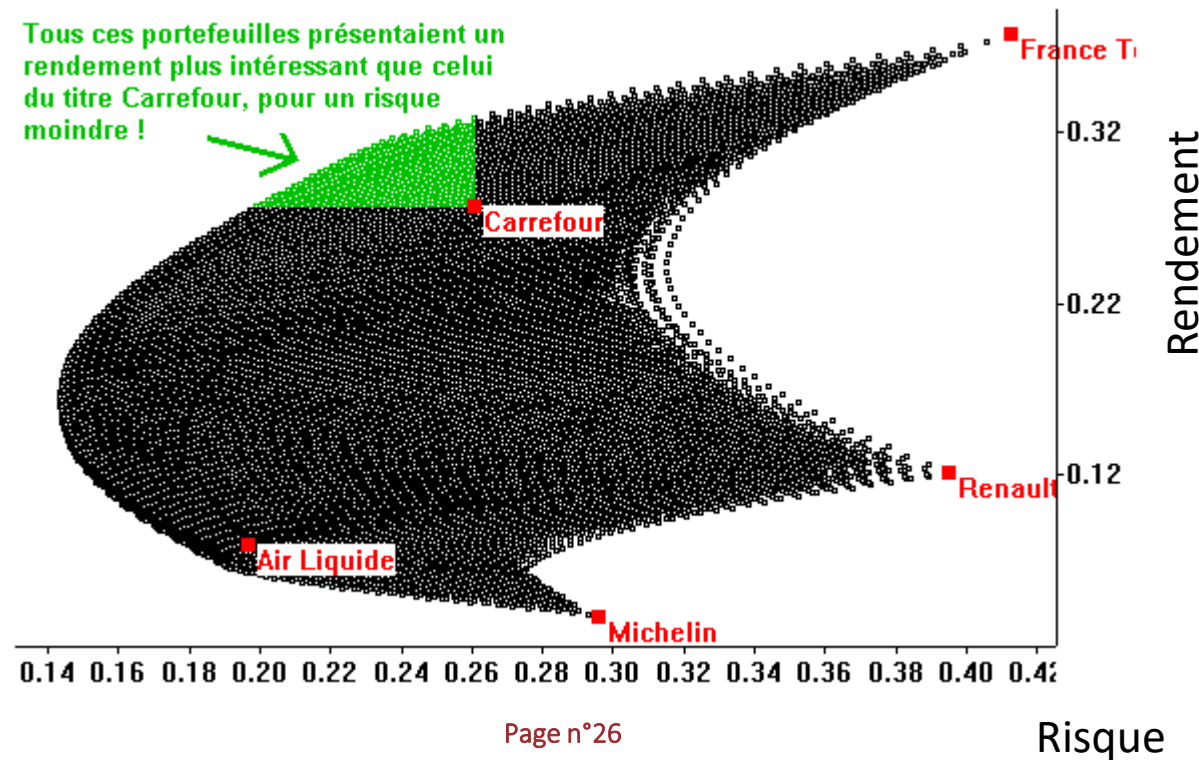
- On dispose de 5 actions pour composer notre portefeuille
- Chaque point noir représente une composition possible de portefeuille
- L'ensemble des points noirs représente toutes les compositions possibles



# 3. Notions financières pour le projet Dolphin

## 3. La théorie moderne de la gestion de portefeuille – La frontière efficiente

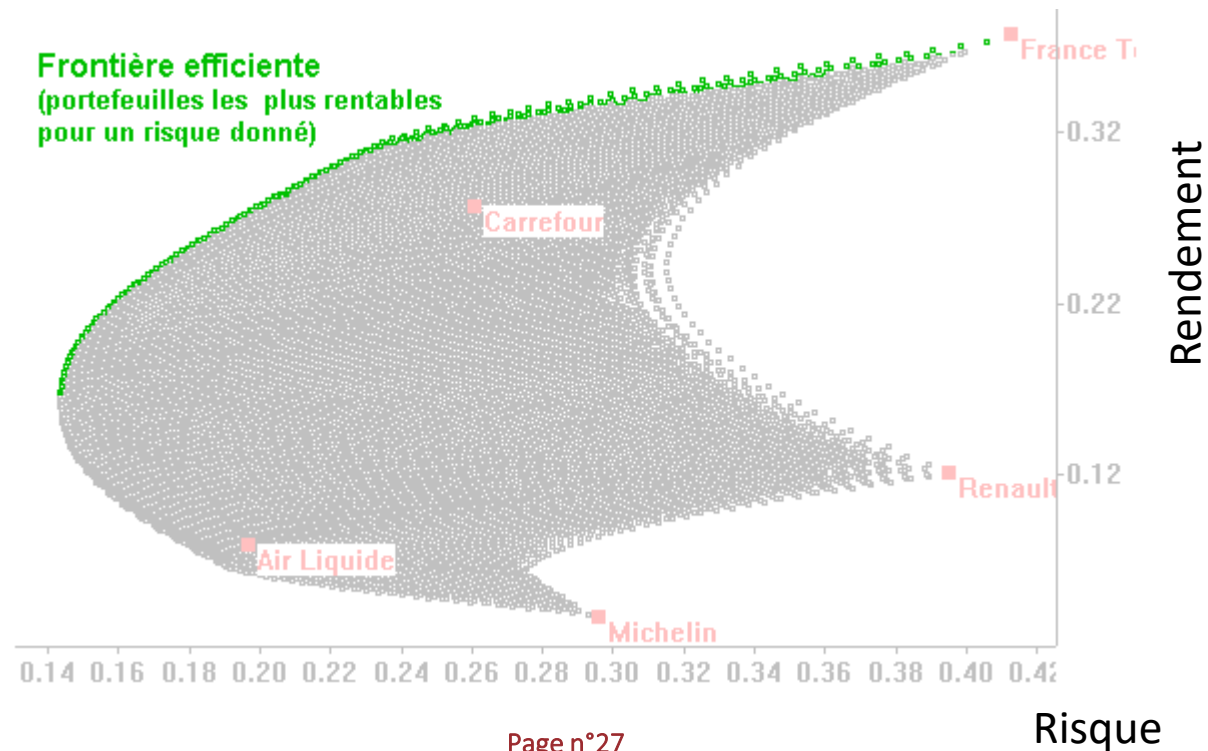
- On peut comparer ici les portefeuilles en fonction de leurs risques et de leurs performances
- Pour un couple rendement / risque donné, une combinaison des 5 valeurs est (presque) toujours préférable à une seule valeur



# 3. Notions financières pour le projet Dolphin

## 3. La théorie moderne de la gestion de portefeuille – La frontière efficiente

- Graphiquement, on remarque qu'il existe toujours un unique portefeuille présentant le meilleur ratio rendement / risque pour chaque niveau de risque
- L'ensemble de ces portefeuilles forme la frontière efficiente



# 3. Notions financières pour le projet Dolphin

## 5. Implémentation d'un algorithme maximisant Sharpe – Problème NP-complet

- Le projet Dolphin est un problème NP-complet : problème pour lequel il est impossible de garantir de trouver dans un temps déterminé la solution parfaite quel que soit la taille de l'échantillon de données
- En effet, le nombre de compositions possibles est potentiellement infini. Il convient donc de réduire l'espace des solutions envisagées et de s'orienter vers une solution tendant vers un minimum local satisfaisant

# 3. Notions financières pour le projet Dolphin

## 5. Implémentation d'un algorithme maximisant Sharpe – Problématique

- Il faut trouver le portefeuille avec le meilleur ratio de Sharpe
- Les rendements entre les actifs s'ajoutent (formule :  $R_p = \sum_i w_i * R_i$ ), le rendement d'un portefeuille est donc facile à calculer et à améliorer
- Par contre, le risque présente une difficulté particulière car il dépend de la corrélation entre les actifs du portefeuille
- Sur l'illustration ci-contre, la combinaison des 2 actifs très volatiles (vert et bleu) peut permettre de réduire la volatilité du portefeuille tout en conservant un bon rendement



# 3. Notions financières pour le projet Dolphin

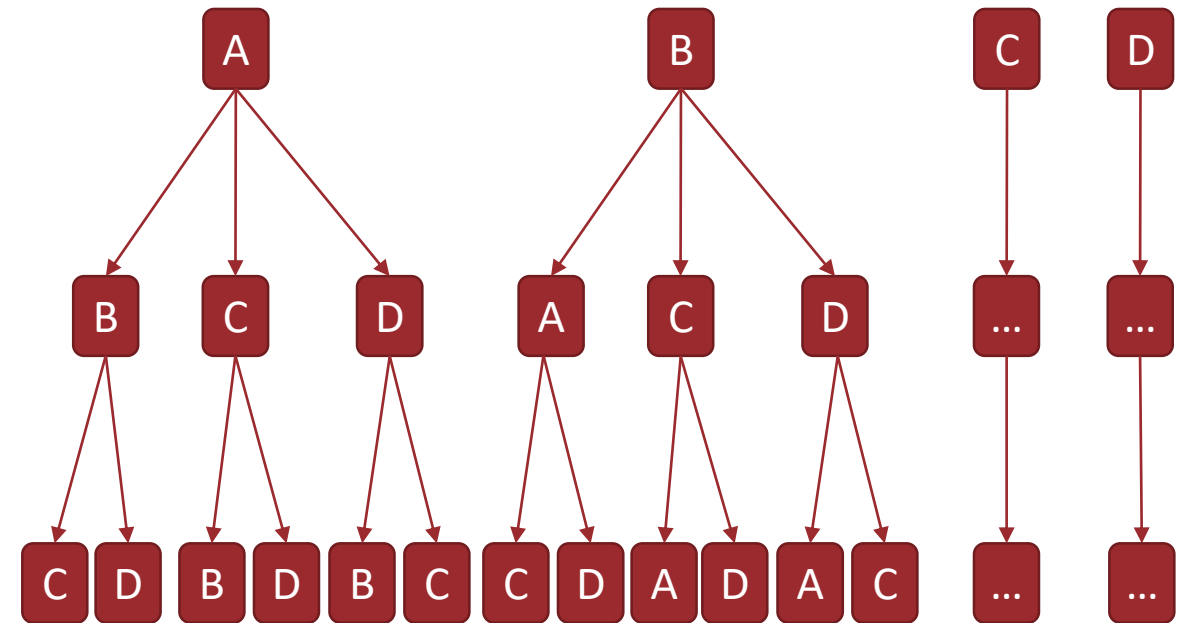
## 5. Implémentation d'un algorithme maximisant Sharpe – Choix des actifs et des pondérations

- Comment choisir les actifs qui vont constituer le portefeuille ? On peut avoir par exemple 3 stratégies :
  - ❖ Choisir les actifs avec le plus fort rendement (sans prise en compte du risque)
  - ❖ Choisir les actifs avec le plus faible risque (sans prise en compte du rendement)
  - ❖ Choisir les actifs avec le plus fort Sharpe
  
- Le choix des pondérations dans la composition peut par exemple se faire :
  - ❖ Par itération : on teste un nombre défini de pondération différente pour garder la meilleure
  - ❖ En pondérant les actifs selon leurs caractéristiques (rendement important,...)

# 3. Notions financières pour le projet Dolphin

## 5. Implémentation d'un algorithme maximisant Sharpe – Parcours en profondeur et parcours en largeur

- On peut représenter l'ensemble des possibilités de compositions de portefeuille avec un arbre
- Dès lors, on peut suivre un parcours en largeur ou un en profondeur
- Quelle stratégie de parcours suivre ? Prioriser les actifs en fonction de leur Sharpe, de leurs corrélations, élaborer une heuristique combinant plusieurs critères... ?

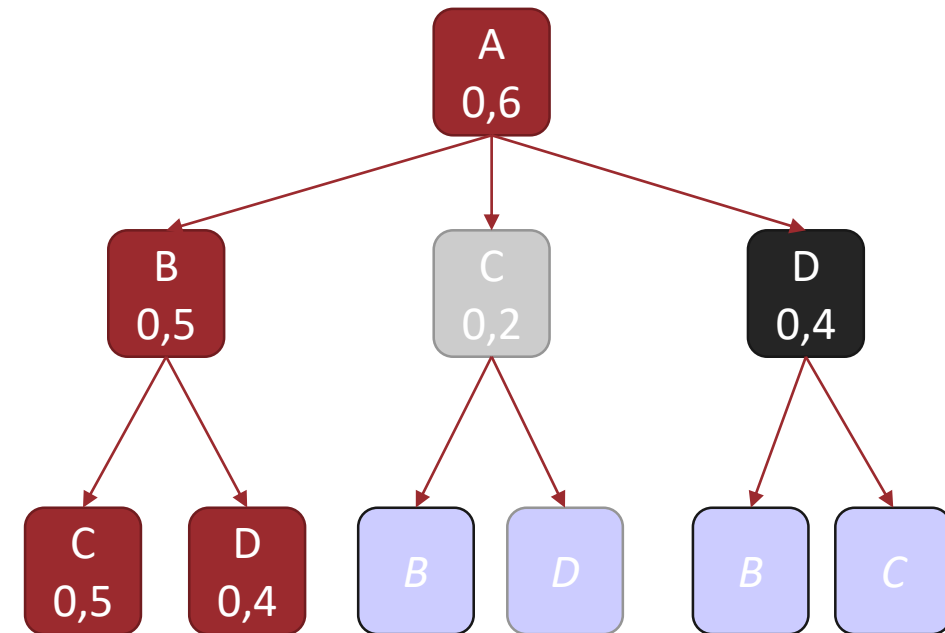


Exemple d'arbre pour obtenir un portefeuille à 3 actifs parmi un univers de 4 actifs

# 3. Notions financières pour le projet Dolphin

## 5. Implémentation d'un algorithme maximisant Sharpe – Parcours en profondeur avec élagage de branche

- Cet algorithme fonctionne de manière récursive pour chaque actif (le chiffre de chaque nœud correspond à son Sharpe)
- Il permet divers "élagages" pour réduire le nombre de compositions à tester. Exemples d'algorithmes simples :
  - ❖ **Élagage des doublons (en noir)** : ABC par exemple correspond à la même composition que ACB
  - ❖ **Élagage des sous-arbres peu prometteurs (en gris)** : correspondant aux nœuds pour lesquels le Sharpe donne un résultat beaucoup plus faible que le meilleur trouvé jusque là : par exemple, la composition AC obtient un Sharpe de 0,2 et on l'exclut donc
  - ❖ **En bleu** les nœuds qui ne sont pas parcourus du fait d'un nœud père déjà élagué

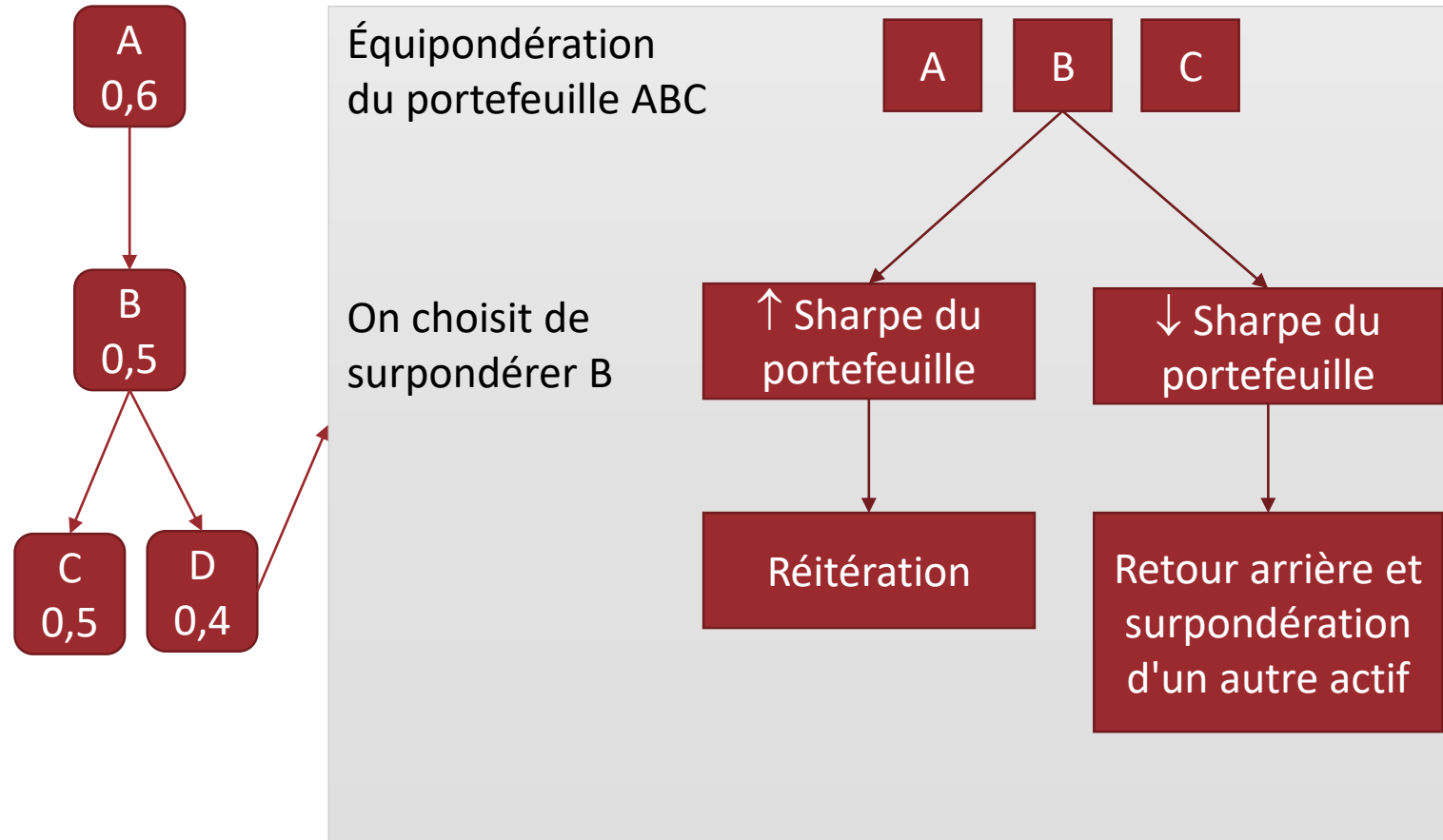




# 3. Notions financières pour le projet Dolphin

## 5. Implémentation d'un algorithme maximisant Sharpe – Zoom sur la pondération

- Une composition étant une liste de [poids ; actif], les possibilités sont infinies vu que poids est un nombre réel entre ]0;1]
- On peut réduire l'espace de possibilités en introduisant un "pas" minimal (exemple : 0,1%)
- Avec l'espace de possibilités réduit, rechercher la meilleure solution revient à nouveau à un parcours d'arbre
- On obtient ainsi un 2<sup>ème</sup> algorithme sous forme d'arbre à l'intérieur du premier



# 3. Notions financières pour le projet Dolphin

## 5. Implémentation d'un algorithme maximisant Sharpe – Critique de l'algorithme proposé

- Cet algorithme permet de fonctionner avec un univers d'actifs très vaste et de fournir un portefeuille satisfaisant, mais sa qualité dépend de la pertinence de plusieurs paramètres : choix des critères d'élagage, du "pas" de l'algorithme de pondération...
  - ❖ Il existe des solutions naïves beaucoup plus simples ainsi que des solutions bien plus perfectionnées
- D'autres complexités peuvent être ajoutés au problème :
  - ❖ Ajout d'une notion de coût de déplacement d'un nœud à un autre
  - ❖ Contraintes fortes
  - ❖ Contraintes faibles

## 4. Lancement du projet

- Aujourd'hui : venez inscrire vos groupes sur les feuilles d'inscription
- A partir du 3/10 :
  - ❖ Chaque groupe d'étudiants communique par mail à [dolphin@jump-informatique.com](mailto:dolphin@jump-informatique.com) ses 3 membres et le lien du dépôt GitHub public de son projet Dolphin
  - ❖ En retour, JUMP communique les identifiants du groupe concerné au serveur de test Dolphin
- Il vous sera donc remis suite à votre inscription
  - ❖ Le lien vers le serveur d'application proposant les API
  - ❖ Le lien vous permettant de télécharger
    - Une documentation présentant en détail le sujet et les API à utiliser
    - Une documentation des API REST mis à votre disposition
    - Un code exemple Java pour vous inspirer
- Adresse mail du support JUMP pour le projet Dolphin : [dolphin@jump-informatique.com](mailto:dolphin@jump-informatique.com)
- Forum mis à votre disposition pour échanger entre vous ou avec JUMP sur le sujet : [dolphin-epita-2017.xoo.it](https://dolphin-epita-2017.xoo.it)



L'innovation au service de la finance de marché

---

Clients JUMP en FRANCE | LUXEMBOURG | SUISSE



*[Jump-technology.com](http://Jump-technology.com)*

# 3. Annexes - Compléments de notions financières pour le projet Dolphin

## 4. L'optimisation de portefeuille – Introduction d'un actif sans risque

- Jusqu'ici, on ne considérait dans l'univers des actifs que des actifs risqués et on obtenait une multitude de portefeuilles efficients, pouvant être choisis uniquement selon l'appétence au risque de l'investisseur
- L'actif sans risque est l'actif dont la volatilité se rapproche le plus de zéro (dans ce modèle, elle est nulle)
- En considérant cet actif, on peut construire des portefeuilles efficients hors de la frontière d'efficience, et trouver le portefeuille efficient qui maximise le ratio de Sharpe

# 3. Notions financières pour le projet Dolphin

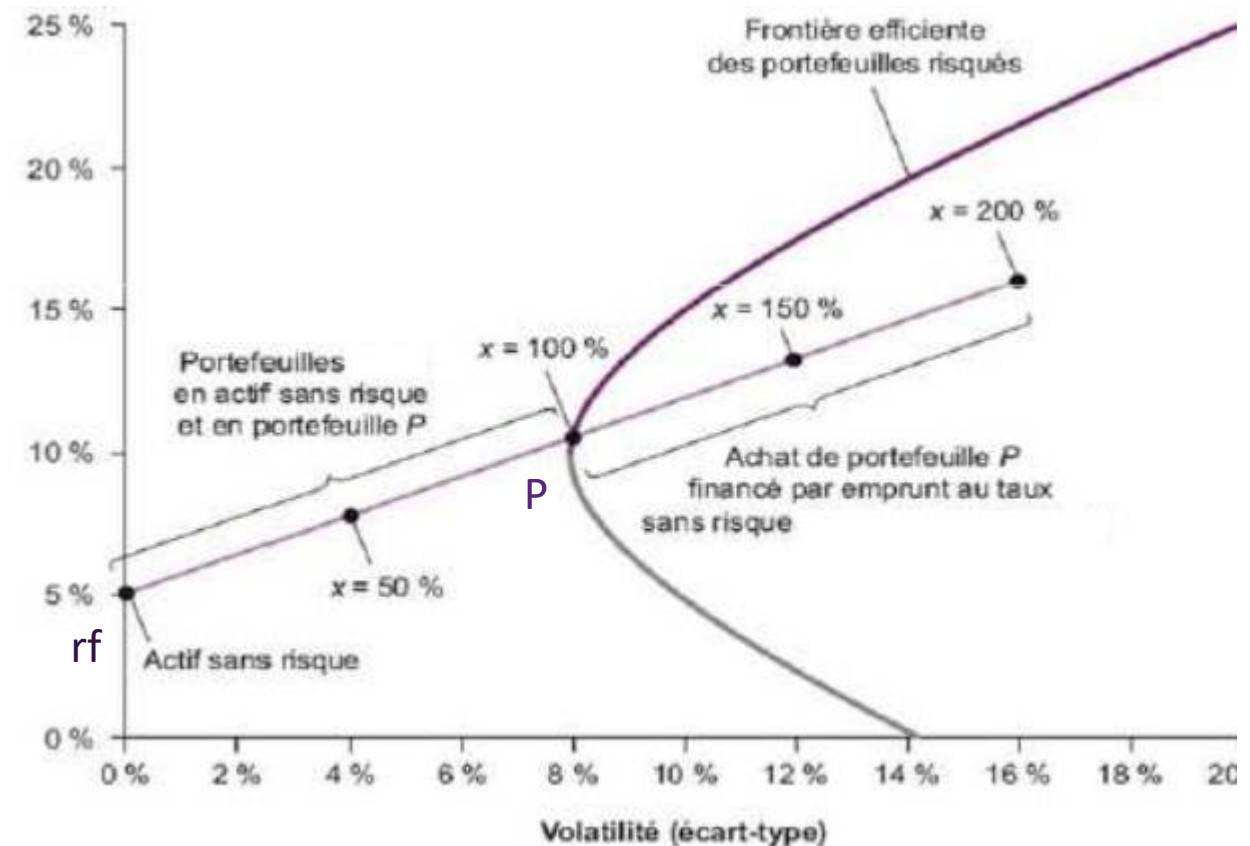
## 4. L'optimisation de portefeuille – Introduction d'un actif sans risque

- Jusqu'ici, on ne considérait dans l'univers des actifs que des actifs risqués et on obtenait une multitude de portefeuilles efficients, pouvant être choisis uniquement selon l'appétence au risque de l'investisseur
- L'actif sans risque est l'actif dont la volatilité se rapproche le plus de zéro (dans ce modèle, elle est nulle)
- En considérant cet actif, on peut construire des portefeuilles efficients hors de la frontière d'efficience, et trouver le portefeuille efficient qui maximise le ratio de Sharpe

# 3. Notions financières pour le projet Dolphin

## 4. L'optimisation de portefeuille – Introduction d'un actif sans risque

- On rajoute maintenant la possibilité d'investir dans l'actif sans risque  $r_f$
- On peut constituer de nouveaux portefeuilles avec un mélange de l'actif sans risque et d'un portefeuille efficient (exemple ici avec P) représenté par la demi-droite  $r_f P$
- Par définition, le portefeuille efficient n'est constitué que d'actifs risqués
- Question : grâce à  $r_f$ , peut-on déduire du graphique un unique portefeuille optimal ?

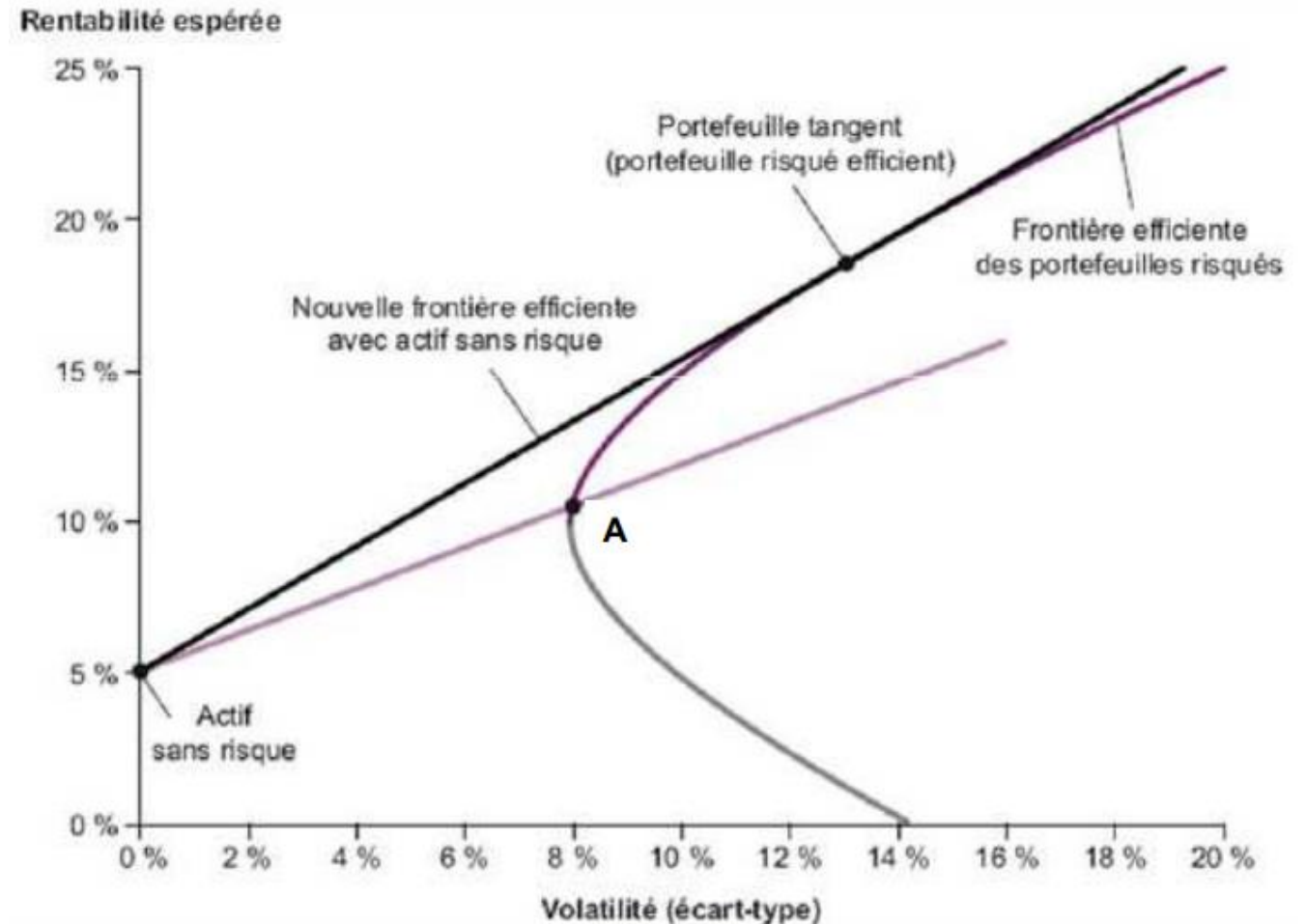


### 3. Notions financières pour le projet Dolphin

#### 4. L'optimisation de portefeuille – Le portefeuille tangent

- En construisant la demi-droite la plus pentue passant par l'actif sans risque et un portefeuille efficient, on obtient une nouvelle frontière d'efficience
- Chaque portefeuille sur cette demi-droite est une combinaison de l'actif sans risque et du portefeuille tangent
- Il offre un ratio risque / rendement optimal par rapport aux autres portefeuilles

➔ Nouvelle frontière efficiente





# 3. Notions financières pour le projet Dolphin

## 4. L'optimisation de portefeuille – Exercices

- Un investisseur est investi dans le portefeuille A
- Quel est le choix optimal s'il souhaite conserver le même niveau de risque et maximiser son rendement ?
- Quel est le choix optimal s'il souhaite conserver le même niveau de rentabilité et minimiser son risque ?
- A quel ratio correspond le coefficient de la nouvelle frontière efficiente ?

