

Mémoire présenté le : 25/02/2015

**pour l'obtention du Diplôme Universitaire d'actuariat de l'ISFA
et l'admission à l'Institut des Actuaires**

Par : Romain BLANCHARD

Titre : Analyse et Valorisation des actifs contrats joueurs dans le football
professionnel

Confidentialité : ☒ NON ☐ OUI (Durée : ☐ 1 an ☐ 2 ans)

Les signataires s'engagent à respecter la confidentialité indiquée ci-dessus.

Membres présents du jury de l'IA

Signature

Entreprise

Mr Julien LE CALVEZ

Nom : SportValue

Mr Patrick PERRET

Signature :

Mr Lionel LAURENT

Membres présents du jury de l'ISFA

Mr Pierre THEROND

Directeur de mémoire en entreprise

Nom : Nicolas BLANC

Mr Frédéric PLANCHET

Signature :

Invité

Nom :

Signature :

***Autorisation de publication et de mise en
ligne sur un site de diffusion de
documents actuariels (après expiration de
l'éventuel délai de confidentialité)***

Secrétariat :

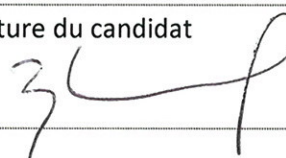
Mme Christine DRIGUZZI

Bibliothèque :

Mme Patricia BARTOLO

Signature du responsable entreprise

Signature du candidat





Mémoire d'actuaire :

Analyse et Valorisation des actifs contrats joueurs dans le football professionnel



Responsable en entreprise :

Nicolas BLANC

Associé - Fondateur de SportValue

Tuteur pédagogique :

Pierre THEROND

Maître de conférence associé à l'ISFA

Remerciements	4
Introduction.....	5
1 Contexte.....	5
2 Objectifs	7
3 Bénéfices	8
4 Plan de l'étude	8
I Définition du marché des contrats joueurs.....	9
1 Théorie du marché des contrats joueurs	10
2 Historique du marché des contrats joueurs.....	15
II Réglementation et régulation du marché des contrats joueurs	25
1 Réglementations en vigueur	25
2 Fair-play financier : vers une régulation du marché	38
III Comptabilisation	47
1 Définition du type d'actif	48
2 Méthodes de comptabilisation d'un transfert à caractère définitif	50
3 Comptabilisation diverses.....	56
IV Valorisation	59
1 Elaboration du modèle économétrique.....	61
2 Régression linéaire	90
3 Arbres de régression	111
4 Pour aller plus loin	125
Conclusion	127
Bibliographie	128
Glossaire	130
Annexes	132
1 Contrat de travail d'un joueur professionnel du championnat de France.....	132
2 L'Equipe: ROBERTO le faux achat de Saragosse (18.08.2011)	133
3 Sportune.fr : MU, un deal en or pour le maillot d'entraînement (22.08.2011).....	133
4 LeMonde.fr : La grève des footballeurs en Italie (24.08.2011).....	133
5 FIFA.com : affaire MEXES, l'agent du joueur suspendu six mois (25.09.006)	134
6 POPnSPORT.com : à qui appartient Carlos TEVEZ ?	134
7 Mode de calcul du coefficient UEFA	136
8 Mode de calcul du coefficient FIFA	137
9 Construction d'un arbre de régression binaire (www.math.univ-toulouse.fr)	138

Résumé : En raison des importantes sommes d'argent générées par l'industrie du football; le club de football professionnel est désormais géré comme une entreprise commerciale, voire multinationale, dont le patrimoine est majoritairement composé des joueurs sous contrats avec le club et des installations sportives possédées. La valorisation des contrats joueur est donc un élément crucial pour l'estimation financière de ces entités sportives professionnelles, ainsi que dans la tarification des contrats d'assurance (santé) contractés pour ces mêmes actifs.

Toutefois, malgré la métamorphose libéraliste du marché des contrats joueurs au cours des vingt dernières années, la comptabilisation de ce type d'actifs n'a pas été modernisée : la valeur bilancielle d'un contrat joueur étant actuellement égale au coût historique de ce dernier (montant du dernier transfert du contrat joueur équi-amortie sur la durée du contrat). La structure rigide de cette méthode entraîne des écarts significatifs entre la valeur réelle et la valeur comptable des contrats joueurs, actifs pourtant volatiles à court-termes.

Dans une volonté de proposer une méthode comptable mieux adaptée à ces contrats joueurs, ce mémoire propose une étude de marché approfondie et un état des lieux des normes comptables applicables, aboutissant à une proposition de valorisation *mark-to-model*[®]. Cette dernière repose sur un modèle économétrique de réévaluation des contrats joueurs basé sur les facteurs déterministes de la théorie de la valeur des joueurs, et utilisant les données de marché de ces dernières années.

Le plan de l'étude est décrit ci-après : Après avoir présenté les principes de base du marché des contrats joueurs, la première partie de ce mémoire met l'accent sur les différentes évolutions de ce marché, de sa création à la fin du XIX^{ème} siècle, à son fonctionnement actuel.

Nous détaillons ensuite sur les différents aspects contractuels qui entourent ces actifs, afin de visualiser les spécificités existantes en vue de la modélisation. Nous trouvons également dans cette seconde partie la description de l'environnement réglementaire du marché des contrats joueurs et l'analyse des futures régulations pouvant impacter cette activité.

La problématique est mise en perspective dans la troisième partie à travers l'exposé des instructions comptables actuelles dont nous démontrons les limites. L'alternative comptable de la juste valeur sera ensuite présentée ainsi que les conditions nécessaires à son application, en introduisant l'adaptabilité d'un modèle mathématique d'évaluation (*mark-to-model*).

Dans la quatrième partie, nous mettons en application les éléments théoriques afin d'élaborer le modèle. D'abord par la constitution d'une base d'analyse exploitable; puis avec une analyse exhaustive des variables explicatives, les facteurs, a priori déterministes, sont sélectionnés pour le modèle. A partir de ces derniers, nous dégageons un modèle que nous faisons évoluer afin de valider les hypothèses de modélisation et de remplir les critères de parcimonie. Pour valider le modèle, nous utilisons des observations post étude, dans le but de tester la qualité du modèle.

Enfin, nous explorons la méthode des arbres de régressions sur ces mêmes données, afin notamment de comparer les facteurs explicatifs retenus à ceux utilisés dans notre modèle économétrique.

Mots Clefs : comptabilité, IFRS, actifs contrats joueurs, juste valeur, *mark-to-model*, analyse de données, tests d'indépendance, régression linéaire multiple, backtesting, arbre de régression

Abstract :

The huge amounts and increasing turnover generated by the football industry have transformed professional football clubs, now managed as business companies. The football players under contract and the club facilities are the main components of the balance sheet. Therefore, the valuation of the players' contracts' has become a major issue in the valorization of football clubs, but also in the pricing of the players' accident & health insurance policies.

However, in spite of the metamorphosis of the football player' contracts market in the last twenty years, the accounting of these assets has not changed ; and the rigidity of the current method leads to major mismatches between the accounted value and the real/actual value of the players' contracts, which have become progressively more volatile.

In order to develop a better accounting method, the purpose of this dissertation is first to undertake a detailed market research and establish a picture of the accounting standards in place. This preparatory work has then led to the development of a fair value valorization method, with an econometric model based on the artistic value theory and using market data.

Plan : After presenting the general principles of the player contracts' market, the first part emphasizes the main changes of the market, from the first contracts transactions in 1888 to the current liberalized market.

In the second part, we present the contractual aspects of the link between players and clubs, in order to identify the specific traits which could affect the model. We also describe, in this section, the regulatory environment of the players' contract market and attempt to analyze the impact of potential evolutions.

The third part stresses the problematic as it defines the actual accounting guidelines and its limits. In the other hand, we present the fair value approach which is an alternative method, and we list the required conditions to apply it to the players' contracts, this includes the introduction of a mathematical model (mark-to-model).

The final part is the implementation of a new valorization model, based on the theoretical principles seen previously. First of all, we detail the setting up process of the operational database. Secondly we explain how we select the *a priori* explanatory factors, notably in order to avoid correlations between variables. Based on those factors, we develop an econometric model under the parsimony criterion that is in line with the assumptions of the multiple linear regression. Finally, using post-study data, we test our model so as to measure its accuracy.

In the last section, we explore the classification and regression tree (CART) as an alternative method; comparing the explanatory factors selected by both models.

Key words : accounting, IFRS, players' contracts' assets, fair value, mark-to-model, data analysis, tests of independence, multiple linear regression, backtesting, CART

Remerciements

Mes premiers remerciements vont à Nicolas BLANC, mon maître de stage chez SportValue, pour m'avoir accueilli et offert l'opportunité de préparer le diplôme d'actuaire à l'ISFA à travers un contrat de professionnalisation. Il a su me guider tout au long de ma présence chez SportValue et par la suite. Sa disponibilité et ses conseils ont été précieux pour mener mon mémoire à son terme.

Je suis également reconnaissant à l'ensemble des employés de SportValue: Youri, Cédric, Laetitia et Benjamin pour leur accueil et leur sympathie. Il est particulièrement agréable de travailler dans une ambiance aussi chaleureuse.

Je remercie vivement M. Pierre THEROND pour avoir accepté de m'accompagner sur ce sujet singulier et pour m'avoir donné les recommandations nécessaires afin de préparer au mieux mon mémoire d'actuaire à l'ISFA.

Je n'oublie pas de remercier également mes proches pour leur soutien lors de la rédaction du mémoire.

Enfin je remercie aussi SCOR UK pour m'avoir permis d'utiliser leurs installations les weekends ce qui m'a permis de travailler sur mon mémoire dans d'excellentes conditions, ainsi que pour leurs encouragements dans cette dernière étape vers le titre d'actuaire.

Introduction

Constatant une dynamique d'évaluation à la juste valeur, impulsée par les normes internationales IFRS[®] ; les dirigeants de SportValue, société de conseil en stratégie, organisation et gestion/finance spécialisée dans le domaine du sport, ont pour projet de chercher à modéliser la valeur de marché d'un joueur.

Bien que le choix d'une problématique liée au monde du football professionnel puisse paraître a priori atypique pour un mémoire d'actuariat, nous verrons au travers de l'analyse que les méthodes actuarielles s'adaptent parfaitement à cette étude qui souhaite aboutir à un impact réel sur la comptabilité et la gestion des risques des Société Anonyme Sportive Professionnelle[®].

1 Contexte

Actuellement les joueurs (nommés de manière comptable : contrats joueurs) sont évalués à l'actif du bilan au coût historique ; ce dernier correspondant à la valeur de l'indemnité de mutation versée lors du transfert et amortie sur la durée du contrat que le joueur signe lors de son arrivée.

Les joueurs formés au club n'ont donc aucune valeur comptable alors que leur transfert peut parfois rapporter plusieurs centaines de milliers d'euros (exemple : Karim BENZEMA formé à l'Olympique Lyonnais et transféré au Real Madrid en juillet 2009 pour près de 35 millions d'euros).

Outre l'inadéquation entre la valeur réelle et la valeur comptable des joueurs n'ayant jamais encore été mutés ; certains joueurs récemment transférés peuvent doubler de valeur au cours d'une saison en raison de leurs résultats positifs et de ceux de leur équipe, alors qu'au niveau bilanciel ils perdent de la valeur suite à l'amortissement ; inversement, ils peuvent perdre en une saison plus de valeur que le montant de l'amortissement.

Tableau 1

COMPARAISON DU COUT HISTORIQUE ET DE LA VALEUR VENALE SUR LES VENTES DE JOUEURS DE L'OLYMPIQUE LYONNAIS

	Montant par saison (en milliers d'euros)				
	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Produits de cession des contrats joueurs	38 443	73 524	55 930	52 382	14 103
<i>dont joueurs issus du centre de formation</i>	0	1 630	22 920	38 000	2 458
Valeur résiduelle des contrats joueurs	7 060	28 762	10 296	10 104	10 789
Ecart de valorisation	-31 383	-44 762	-45 634	-42 278	-3 314
<i>dont contrats comptabilisés</i>	<i>-31 383</i>	<i>-43 132</i>	<i>-22 714</i>	<i>-4 278</i>	<i>-856</i>

[Source : Rapports financier annuels de l'OL Groupe]

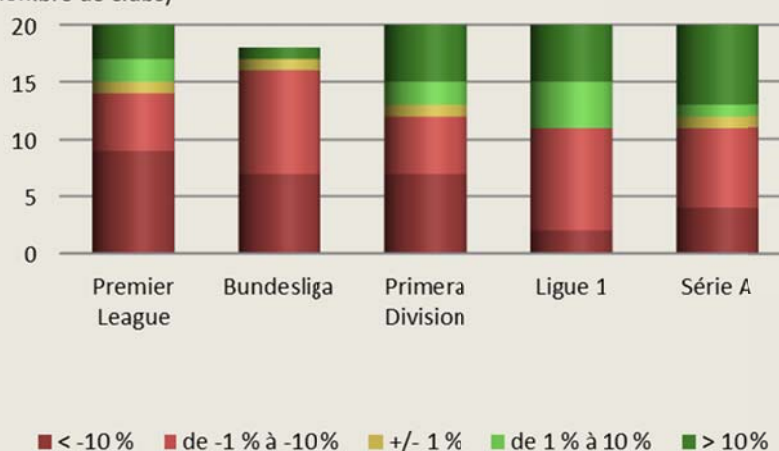
Comme le montre le tableau ci-dessus la vente de joueurs a rapporté plus de 234 millions d'euros au club rhodanien sur cinq saisons; soit 3,5 fois plus que la valeur comptable au moment de la vente de ces actifs cédés. Ces chiffres révèlent donc bien l'inadaptation du modèle comptable en pratique, dans la valorisation de ce type d'actifs.

Le système de transfert donne aux clubs de football la faculté unique de contrôler leur destin financier en compensant des déficits de trésorerie et en utilisant des excédents. L'état du marché des transferts, la relative fermeté des prix du marché et le nombre d'acheteurs et de vendeurs peuvent donc avoir un impact considérable sur les résultats et la stratégie financiers des clubs. L'histogramme ci-après montre en effet que l'activité de transferts de joueurs représente une source de recette/dépense non négligeable pour la plupart des grands clubs européens, puisqu'elle impacte pour +/- 10 % le résultat de la moitié des clubs de première division des championnats anglais, allemand, espagnol, français, italien et hollandais.

Graphique 1

IMPACT NET DES ACTIVITES DE TRANSFERT SUR LES RESULTATS DECLARES POUR L'EXERCICE 2009

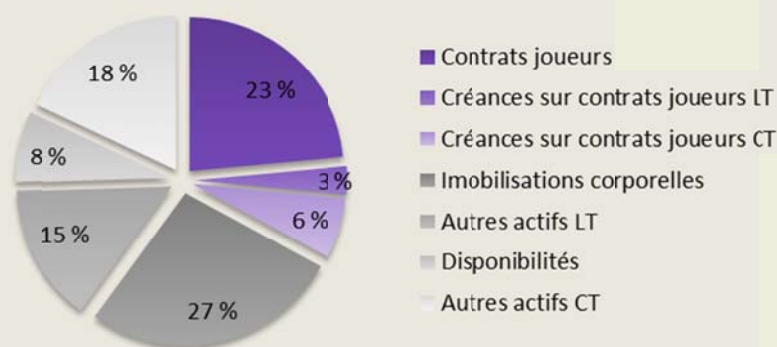
(nombre de clubs)



[Source : Rapport de Benchmarking de l'UEFA sur l'exercice 2009]

Graphique 2

TYPES D'ACTIFS DES CLUBS EUROPEENS EN 2009



[Source : Rapport de Benchmarking de l'UEFA sur l'exercice 2009]

Les immobilisations des clubs, qui représentent leur patrimoine non courant¹, sont essentiellement composées des infrastructures que possède le club (stade, centre d'entraînement, centre de formation, locaux administratifs) et des contrats joueurs (immobilisations incorporelles). Le diagramme circulaire ci-après, réalisé à partir des états financiers de plus de 600 clubs européens, met en lumière cette spécificité : les contrats joueurs pèsent pour 35% des actifs à long terme et les

¹à plus d'un an

immobilisations corporelles pour 40%. On peut également noter l'importance (9% du total des actifs) des créances sur contrats joueurs, qui représentent les indemnités de transferts à échoir sur contrats joueurs ayant antérieurement quitté le club.

Les contrats joueurs accaparent une part encore plus importante de valeur patrimoniale dans les grands championnats européens, et notamment pour les clubs ne possédant pas l'enceinte sportive dans laquelle ils évoluent. Or la valeur de ces contrats est extrêmement volatile ; les joueurs peuvent se blesser, avoir des problèmes personnels ou tout simplement ne plus avoir le même rendement. A contrario leur côte peut grimper après une série de matchs réussis ou encore en cas de sélection nationale. Tout cela affecte leur valeur sur le marché des transferts, et par conséquent la valeur des actifs du club.

2 Objectifs

Dans une activité où la mutation de joueurs est devenue un facteur de revenu/dépense important et où le principal actif du bilan est souvent le portefeuille de joueurs, la juste évaluation des joueurs est primordiale.

Il n'existe pas vraiment, à l'heure actuelle de modèle, permettant de tarifier un contrat joueur en fonction de ses caractéristiques (faudrait-il en premier lieu définir et quantifier ces dernières?) ; le prix étant couramment fonction du niveau de l'offre (importance du joueur dans l'effectif) et de la demande (moyens à disposition, besoins de l'entraîneur).

La référence actuelle du marché en termes de valeur de joueur est le site allemand www.transfermarkt.de. Cependant leur méthode d'évaluation ne semble pas basée sur un modèle mathématique mais sur une estimation structurelle subjective.

Les objectifs de ce mémoire sont dans un premier temps d'explorer les méthodes de valorisation comptables qui peuvent s'employer sur ce type d'actif en se basant sur les normes IFRS; puis de proposer un modèle d'évaluation à la fois robuste et prudentiel qui permette de définir la valeur crédible d'un contrat joueur à partir d'une série de facteurs explicatifs préalablement établie.

Nous pouvons également imaginer que ces valeurs estimées de contrats joueurs soient employées comme valeur assurable dans le cadre de l'assurance d'un club sur tout ou partie de son portefeuille de contrats joueurs, pour des garanties telles que l'accident de travail (blessure) ou la faute grave (longue suspension) de l'un de ces joueurs.

PERIMETRE DE L'ETUDE

L'étude sera effectuée au niveau du football professionnel européen et en particulier de ses championnats les plus influents : le *Big Five*⁸ composé de la *Premier League* anglaise, la *Bundesliga* allemande, la *Primera Division* espagnole, la *Ligue 1* française et la *Série A* italienne ; mais également les championnats de 1^{ère} division belge (Pro League), portugaise (Primeira Liga) et russe.

En effet, les clubs appartenant à ces huit ligues nationales concentrent entre 70 % et 80 % des montants dépensés sur le marché mondial des transferts de joueurs, au cours des dix dernières saisons.

De plus ce sont les clubs pour lesquels l'information est la plus abondante. Plusieurs d'entre eux sont cotés en Bourse, dont l'Olympique Lyonnais, plusieurs fois pris en exemple dans le mémoire.

3 Bénéfices

Ce mémoire débutera par une étude globale d'un marché encore insuffisamment développé en matière de régulation. Cela permettra d'apporter un regard approfondi et rigoureux sur cette activité : explorer les éléments qui ont conduit à ce niveau d'activité, analyser les caractéristiques prépondérantes et les risques liés à ce type d'actif, et anticiper les évolutions contextuelles.

Nous discuterons ensuite des normes comptables qui s'appliquent aux différents types de contrats joueurs. Il apportera ainsi une réponse quant à la possibilité et à la pertinence d'évoluer vers une comptabilisation en juste valeur de ces actifs volatiles.

A l'aide de méthodes actuarielles, le mémoire tentera enfin d'approcher au mieux la valorisation de ce type d'actifs. Le choix du modèle se fera en fonction de la qualification des différentes approches étudiées dans la partie théorique et des données préalablement définies. La finalité étant de réussir à calibrer un modèle qui puisse répondre à une comptabilisation en juste valeur. Le modèle pourra également constituer pour les acteurs de l'assurance, un outil de tarification/estimation dans le cadre de l'évaluation du capital à souscrire pour un joueur donné. Enfin, si le modèle n'est pas adapté aux normes comptables, il trouvera écho auprès des médias, avides d'outils statistiques.

4 Plan de l'étude

Dans une première partie, nous étudierons la théorie du marché des contrats joueurs dans le football: après un rappel des principales notions du marché, nous reviendrons sur les dates clefs qui ont fait évoluer les échanges de joueurs entre clubs et notamment sur les raisons qui ont conduit à leur libéralisation. Nous constaterons ensuite l'essor d'un marché à deux dimensions et nous décrirons ce qui qualifie ce dualisme. Enfin nous nous imprégnerons des tendances chiffrées du marché actuel à travers une synthèse de ces principaux indicateurs.

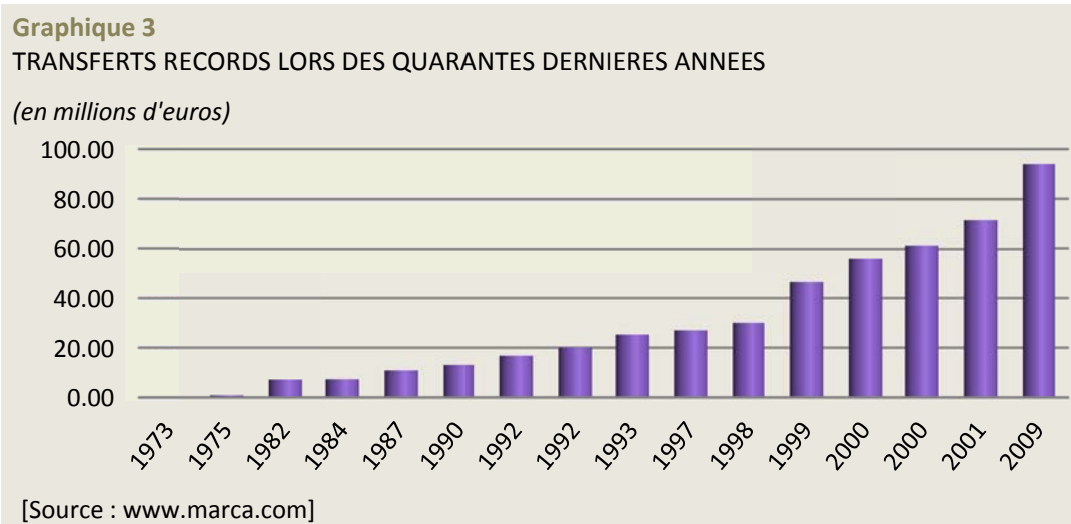
Dans une seconde partie nous nous focaliserons sur les spécificités réglementaires des contrats joueurs ainsi que sur l'encadrement des transferts. Nous ferons notamment la distinction entre les mesures communes à toutes les fédérations, et celles spécifiques à chacune d'elles. Nous analyserons ensuite les conséquences sur le marché des contrats joueurs du fair-play financier^g voulu par l'UEFA^g et qui sera mis en place progressivement à partir de la saison prochaine.

Dans une troisième partie nous rapprocherons les contrats joueurs aux normes IFRS adéquates, afin de cibler les méthodes de comptabilisation qui s'appliquent. Nous discuterons entre autres de l'efficacité du marché des contrats joueurs. Enfin nous dresserons un bilan critique des méthodes de comptabilisation d'un contrat joueur, en revenant sur chacun des types d'enregistrement et en particulier pour le cas de joueurs formés au club ou arrivés libres.

Dans la dernière partie, en s'appuyant sur l'ensemble des éléments vus précédemment nous essaierons de définir la meilleure approche de valorisation des contrats joueurs avec pour objectif la prévision des indemnités de mutations de joueur à partir de méthodes robustes. L'élaboration de ce modèle nous permettra dans le même temps de statuer objectivement sur l'absence ou non de cohérence dans ce marché souvent décrié pour son irrationalité.

I Définition du marché des contrats joueurs

Le marché des joueurs de football constitue un marché du « muscle »² très qualifié où la valeur du capital humain joue un rôle prépondérant dans la détermination de la valeur marchande du joueur sur ce marché. Ce marché a connu au cours des vingt dernières années une croissance inédite corroborée par sa libéralisation économique et juridique et corrélée à l'accroissement exponentiel des recettes majoritairement liées à la médiatisation de ce sport.



Afin d'éclairer le débat relatif à la comptabilisation des actifs joueurs, il apparaît nécessaire de revenir préalablement sur la théorie économique pour qualifier correctement le problème et en particulier poser une question essentielle : comment peut-on objectivement déterminer la valeur du transfert d'un joueur entre deux clubs ?

Pour aborder le problème du fondement théorique de ce marché, nous allons dans un premier temps revenir sur la notion de marché en économie et à travers elle nous énumérerons les caractéristiques fondamentales du marché des contrats joueurs, souvent désigné par le terme italien *mercato*. Nous étudierons ensuite les différentes approches théoriques, identifiées dans la littérature en économie du sport³ pour valoriser un contrat joueur. Nous recenserons ainsi les déterminants conceptuels de l'indemnité de transfert.

Nous aurons ensuite recours à l'histoire afin d'analyser pourquoi et comment les mutations de joueurs sont apparues. Nous reviendrons ensuite sur les décisions jurisprudentielles et les bouleversements économiques qui ont conduit à accroître la mobilité des sportifs. Dans une troisième partie, nous analyserons les principales spécificités du fonctionnement actuel du marché des transferts et nous expliquerons comment la valeur économique des transferts repose sur des bases objectives. Enfin, nous ferons un focus sur les chiffres clés de cette activité.

² ANDREFF W. (2010) Economie internationale du sport. *Sport, Culture, Sociétés*. PUG

³ GOUGUET J.J., PRIMAULT D. (2005) Analyse économique du fonctionnement du marché des transferts dans le football professionnel. *Le sport professionnel après l'arrêt Bosman*, 113-142. Pulim

1 Théorie du marché des contrats joueurs

1.1 Notions de marché

A la question rhétorique qu'est-ce qu'un marché? Paul A. SAMUELSON et William D. NORDHAUS répondent, « *Not chaos, but economic order.* ». De façon plus spécifique ces deux éminents économistes américains définissent un marché comme « *a mechanism through which buyers and seller interact to set prices and exchange goods and services* »⁴.

En effet la dénomination « marché » en économie est une figure de style désignant une place (réelle ou fictive) mettant en présence des acheteurs et des vendeurs et impliquant une interaction ou une négociation entre ces acteurs. Un marché se définit grâce à une homogénéité de comportements : un produit répondant à des besoins similaires sera acheté à travers un même réseau de distribution, avec les mêmes prescripteurs⁵. Il existe des marchés pour presque tout (œuvre d'art, travail, etc.).

LE BIEN : CONTRAT JOUEUR	LES ACTEURS OFFICIELS DU MERCATO
Contrat de travail ayant pour objet l'engagement du joueur en qualité de joueur professionnel, stipulant notamment la durée du contrat, les obligations des parties et le niveau de rémunération (cf. annexe 1)	- Les clubs (directeur général / président) - Les joueurs (et le tuteur, si mineur) - Les agents - Des fonds d'investissements extérieurs (cf. annexe2)

Le marché peut-être également présenté comme la réponse à une offre et une demande. Ce sont ces forces qui contribuent au fonctionnement de l'économie de marché : la rencontre des deux donnant naissance à des flux d'échanges (monétaires ou non).

On dénombre quatre types d'échanges : L'échange marchand, fixant la contrepartie sous une forme monétaire ; le troc au cours duquel la valeur des biens est établie d'un commun accord, sans référence au prix du marché ni recours à l'argent ; le don qui s'apparente régulièrement à un échange différé et enfin l'échange non marchand, exercé par les ISBLSM⁶ caractérisé par le déséquilibre entre le bien ou service échangé et la faiblesse de son prix (parfois nul), généralement pratiqué dans une logique de service public et financé par le mécanisme de la redistribution.

LES DIFFERENTS TYPES D'ÉCHANGES DE JOUEURS DANS LE FOOTBALL

La mutation d'un joueur d'un club à un autre peut prendre les trois premières de ces formes. Lorsqu'un montant financier accompagne la mutation définitive ou temporaire d'un joueur, on appelle ce montant indemnité de transfert.

Le cas le plus fréquent est l'échange marchand : le club acquéreur rachète les années de contrat du joueur appartenant au club vendeur en contrepartie d'un montant financier. Les prêts (joueur cédé temporairement) payants sont également des échanges marchands.

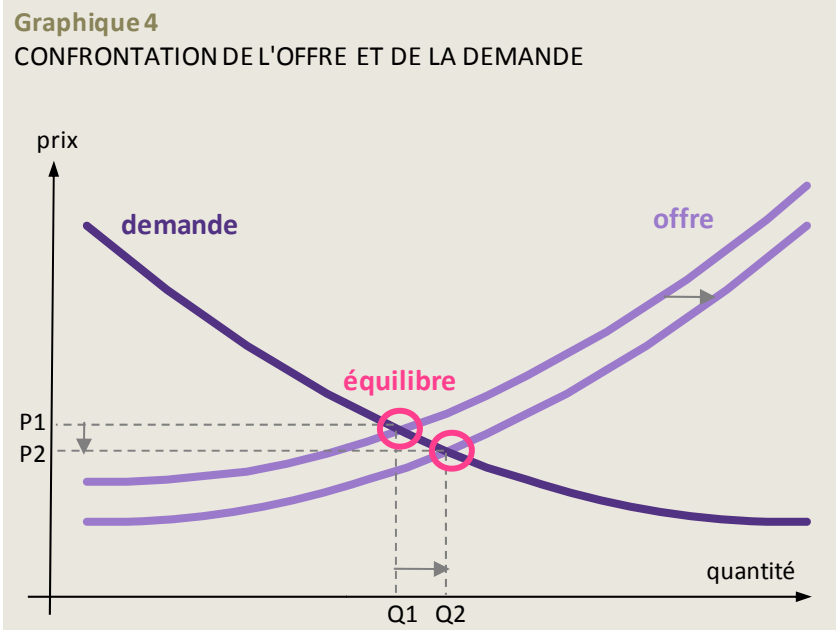
Les trocs sont plus rares et s'accompagnent parfois d'une somme d'argent supplémentaire.

Enfin les prêts gratuits peuvent être apparentés à des dons, dans le sens où ils constituent le don d'une section temporaire du contrat d'un joueur en l'échange espéré d'une valorisation à la hausse du joueur ou plus récemment dans le but de soulager la masse salariale du club prêteur.

⁴ SAMUELSON P.A., NORDHAUS W.D. (2005) *Economics*, Economica

⁵ www.vernimmen.net

Généralement, on schématise la confrontation de l'offre et de la demande par un graphique où sont symbolisées les courbes représentatives de ces deux forces en fonction de la quantité (en abscisse) et du prix (en ordonnée) du bien. Le croisement de ces deux courbes définit le point d'équilibre pour lequel l'offre égale la demande ; à savoir le prix où se réalise l'échange. Tant que ce point n'est pas atteint, l'excédent d'offre provoque la baisse du prix et a contrario la trop forte demande provoque sa montée. Dans la réalité le prix est donc censé être atteint par tâtonnement.



L'OFFRE ET LA DEMANDE DANS LE MARCHÉ DES CONTRATS JOUEURS

Dans le cadre du marché du joueur de football, les biens ne sont pas homogènes et chaque contrat se négocie individuellement. C'est pourquoi on ne retiendra pas la notion quantité pour fixer le niveau de l'offre/la demande.

Le niveau de l'offre est principalement déterminé par le coût de la formation/adaptation du joueur, l'utilité du joueur au sein de son équipe, les besoins en financement et le prix du marché.

La demande est notamment dictée par l'apport potentiel du joueur à l'équipe, son prix, les capacités financières du club mais également l'offre et la demande des joueurs équivalents.

La période de négociation dans le cadre d'un transfert de joueur correspond au phénomène de tâtonnement.

Suivant le type de bien, la demande évolue différemment aux variations des paramètres du modèle :

- Si la demande du bien augmente lorsque les capacités financières de l'acheteur s'allongent, alors le bien est qualifié de bien supérieur.
- Si la demande de bien diminue lorsque le prix d'un autre bien semblable baisse, alors le bien est qualifié de bien substituable (à l'autre bien).

Nous verrons par la suite que le marché des contrats joueurs s'inscrit dans un système concurrentiel déséquilibré amenant à une segmentation du marché en ces deux types de biens. Nous reviendrons également sur les notions de régulation et d'efficacité des marchés dans la suite du mémoire.

1.2 Déterminants théoriques des indemnités de transfert

Les différents économistes qui se sont penchés sur le sujet ont tous établi un parallélisme entre le marché des contrats joueurs et le marché de l'art ; la valeur d'une œuvre d'art ayant souvent une valeur marchande largement supérieure à celles des matériaux utilisés à sa conception et dépendant fortement de la perception qu'en a le public potentiel, ainsi que les experts chargés d'établir cette valeur.

La valeur d'une œuvre d'art peut se décomposer en trois éléments. Le premier est une valeur sociale, liée au « capital artistique » de l'auteur et traduisant la considération que l'acquéreur reçoit du fait de la possession de l'œuvre. Le second représente la valeur artistique propre de l'œuvre au sein de l'ensemble de la production de l'artiste et de l'époque considérée. La troisième est fondée sur le prix auquel s'est déjà échangé précédemment l'œuvre, traduisant une valeur spéculative sur laquelle l'acquéreur pourra se fonder au moment d'une revente éventuelle⁶.

Par analogie, l'indemnité de transfert d'un joueur peut être approchée par sa valeur d'usage pour le club acquéreur, son talent (valeur artistique) et l'historique des échanges sur le marché.

La valeur d'usage : Selon Karl MARX, l'ouvrier loue au capitaliste sa valeur d'usage et reçoit en compensation sa valeur d'échange, inférieure à la valeur d'usage ; la différence constituant la plus-value que le capitaliste perçoit en exploitant l'ouvrier.

Paradoxalement, ce fondement théorique pourrait être utilisé pour estimer le montant de l'offre des clubs vendeurs ; un club ayant investi préalablement dans un joueur souhaitant récupérer le montant de son apport et demander en contrepartie de la perte du joueur, une somme d'argent supplémentaire équivalente à la valeur d'usage de ce dernier.

De la même façon, du côté de la demande, le coût actualisé de l'acquisition du contrat joueur devrait être au plus égal à la somme actualisée des revenus anticipés liés à cet actif. Hors dans les deux cas, il est difficile de répartir de manière analytique, les recettes liées à chaque joueur dans un club de football ; la notion de collectif étant l'essence même de ce sport.

Le caractère indissociable de la majorité des postes produits du compte de résultat d'un club, amène à raisonner à partir d'un autre fondement théorique : le capital humain.

LA THEORIE DU CAPITAL HUMAIN

Développée au début de la seconde moitié du 20^{ème} siècle par les contributions de Jacob MINCER, Theodore SCHULTZ et Gary BECKER, la théorie du capital humain est la théorie économique dominante dans la détermination du salaire. Son fondement est l'explication des écarts de rémunération à travers les différences de niveaux de formation et d'expérience.

L'éducation comme investissement : côté offre de travail, l'investissement scolaire doit être compensé par un surplus à vie des revenus alors que du côté demande de travail, un niveau d'instruction supérieur doit conduire à un surplus de productivité. Une heure d'étude est plus bénéfique pour les individus ayant des « capacités » supérieures ; en effet le pouvoir d'acquisition des connaissances diffère selon les individus : une personne ayant de bonnes aptitudes accumulera donc plus facilement au capital humain.

La formation scolaire n'est pas le seul chemin à l'accumulation au capital humain. Le « *learning by*

⁶BENHAMOU F. (2004), *L'Économie de la culture*. REPERES

doing », l'apprentissage par la pratique participe également à l'élaboration du capital humain. Autrement dit la formation en entreprise (l'expérience) est le second facteur d'investissement.

La modélisation économétrique du capital humain a généré une grande littérature dont seules les notions prédominantes qui font l'unanimité sont le salaire, l'éducation et l'expérience. Seulement le fait de négliger la variable « aptitude » préoccupe toujours les chercheurs et à travers cette omission l'interrogation suivante subsiste: les aptitudes sont-elles assez fortement corrélées avec le nombre d'années d'études pour se permettre de ne pas les inclure dans l'équation (par difficulté de mesure notamment) ?

On pourrait effectivement considérer que chaque joueur a investi dans du capital humain dont la valeur actualisée peut constituer la base de calcul de son salaire ou de son transfert.

La valeur artistique: Selon une approche économique par le talent, la valeur d'un joueur dépend de différents critères pris en considération par les acteurs du marché à l'image de la façon dont fonctionne le marché de l'art (nombre d'expositions et prix reçus pour une œuvre d'art, polyvalence de l'artiste, prix de vente antérieurs).

Sur un marché des contrats joueurs globalisé où nous verrons dans la section suivante que la question des nationalités intervient de moins en moins ; quatre facteurs principaux semblent devoir être pris en compte pour établir la valeur d'un joueur à un moment donné (l'aspect volatil du marché des transferts conduisant à une composante conjoncturelle de la valeur d'un joueur).

- Le poste occupé : les attaquants possèdent les indemnités de transfert les plus élevées au contraire des gardiens qui ont les plus faibles (mais une carrière plus longue) ; les milieux de terrain présentent également une indemnité de transfert élevée en raison de leur polyvalence.
- Le palmarès du joueur : indicateur certain des performances du joueur, il représente également un facteur important d'expérience du plus haut niveau.
- L'âge : reflet objectif de la condition physique du joueur, il traduit également le potentiel d'évolution du joueur et une idée de la valeur vénale futur du contrat joueur: lorsqu'un club finalise un transfert important, c'est généralement qu'il escompte bénéficier d'une plus-value sportive et/ou économique, à travers la revente du joueur avant le terme de son « contrat ». Ainsi, si un joueur restant en forme optimale peut bénéficier de revenus conséquents bien au-delà de la trentaine, tandis que sa valeur sur le marché des transferts s'infléchira nécessairement (exemple :les deux défenseurs centraux internationaux uruguayen Diego LUGANO (30 ans) et Sebastian COATES (20 ans), récents vainqueurs de la Copa America[®] avec leur sélection nationale ont été transféré cet été pour respectivement 3 millions d'euros au Paris-Saint-Germain et 8 millions d'euros à Liverpool.)
- La capacité à générer des recettes commerciales supplémentaires pour son club employeur (sponsoring, merchandising, droits TV, billetterie). Avec l'incertitude et le sentiment partisan, les stars constituent l'un des trois principaux ingrédients du spectacle sportif. Dans le modèle économique des plus grands clubs, les joueurs sont désormais aussi souvent recrutés pour leurs qualités sportives que « commerciales ». Le cas le plus significatif est celui du japonais Hidetoshi NAKATA (volonté du club de Parme de s'ouvrir au marché asiatique). Le relatif échec sportif de la politique galactique du Real Madrid pourrait toutefois amoindrir l'influence de ce critère plus difficile à jauger (cf. encadré dans la partie 2.3.)

Ces déterminants ne sont évidemment pas exhaustifs mais ils permettent de poser les premières bases d'une valorisation économétrique de la valeur intrinsèque du joueur, à partir de facteurs relativement mesurables.

Conclusion partielle : Le montant de l'indemnité de transfert d'un joueur peut se modéliser par deux approches : l'approche par la perte/le gain d'utilité et l'approche par le talent du joueur. Dans des conditions parfaites de marché, le prix reflétera la valeur du bien échangé. Mais en cas de dysfonctionnement (asymétrie d'information, absence de concurrence, spéculation, externalités diverse..) le prix peut s'éloigner de la valeur. La présence d'une « composante marché » répondant à la dérive entre le montant de l'indemnité de transfert et la valeur du joueur, apparaît donc indispensable dans la valorisation d'un contrat joueur.

Cette dérive étant, dans la plupart des cas, liée à l'offre et de ce fait corroborée par les dispositions financières variables des clubs, la « composante marché » devra retranscrire le caractère conjoncturel inflationniste du marché des contrats joueurs.

2 Historique du marché des contrats joueurs

L'histoire du marché des contrats joueurs se structure en trois périodes. De sa création en Angleterre en 1888, jusqu'en 1972, la FIFA⁶ et les fédérations nationales mettent en place un encadrement très strict des transferts rendant les mutations relativement rares. Au milieu des années 70, les joueurs obtiennent un pouvoir certain de négociation (assouplissement des régulations) et le marché se débride peu à peu jusqu'en 1995 et l'arrêt BOSMAN qui marque un tournant dans sa libéralisation en décrétant la liberté de droits des joueurs en fin de contrat et la libre circulation des joueurs européens. Nous allons revenir sur chacun de ces cycles afin d'expliquer les spécificités actuelles du marché des contrats joueurs, que nous développerons dans les deux derniers volets de ce chapitre.

2.1 Une naissance en deux temps

Les mouvements de joueurs entre clubs ont pris naissance à la fin du 19^{ème} siècle avec la création de la *Football League Championship* en Grande-Bretagne, premier championnat de football au monde.

FOOTBALL LEAGUE CHAMPIONSHIP

Ce championnat originel, lancé à l'automne 1888 se fit autour de trois objectifs :

- L'organisation d'une compétition entre les clubs professionnels
- La mise en place d'un plafond de salaire des joueurs
- L'obligation faite aux joueurs d'obtenir l'autorisation de la ligue pour chaque mutation, étant bien entendu que celle-ci ne pourrait intervenir sans l'accord de transfert de l'employeur.

Les transferts réglementés n'apparaîtront en France qu'en 1925, suite à la décision du conseil de la Fédération Française d'Athlétisme d'instaurer un système qui ne permet de délivrer une licence à un joueur en cas de changement de club que lorsque le club quitté par ce dernier a donné son accord (monnayé). Ce dispositif visait à limiter le développement du professionnalisme et à affermir le pouvoir des clubs. A cette époque le joueur n'avait quasiment aucune possibilité de négociation. Il s'engageait, en signant son premier contrat professionnel, jusqu'à 35 ans et seule la décision du club détenant le contrat du joueur de le laisser partir pouvait aboutir à une mutation de ce dernier. Cette clause de rétention léonine condamnait souvent les joueurs à rester dans leur club tout au long de leur carrière ; les transferts se faisant particulièrement rares.

Ce rapport de force particulièrement défavorable aux joueurs⁷ subsistera jusqu'au début des années 1970, et le passage du contrat « à vie » au contrat à durée déterminée. Ce changement a pris racine en France dès 1969 (dans le sillage de Mai 68) avec l'instauration d'un commun accord (joueurs et clubs) des contrats à temps pour une durée de trois ans. En 1972, à la fin de cette période d'essai, les clubs tentent de revenir sur cette décision et souhaitent réinstaurer unilatéralement les contrats à vie. L'UNFP⁸, syndicat des joueurs, appelle alors à un mouvement de grève qui obtient gain de cause et le retour aux contrats à temps de façon définitive. Ce droit va alors se diffuser progressivement dans toute l'Europe.

Cette mesure signe la fin de l'exploitation des joueurs par les dirigeants des clubs et a pour effet l'accélération instantanée du rythme des mutations. Elle offre également aux joueurs un pouvoir

⁷ « les joueurs étaient des esclaves », Raymond KOPA.

certain de négociation, leur permettant notamment de mettre en concurrence les clubs et ainsi provoquer l'accroissement des surenchères salariales, et la concentration des talents dans quelques clubs fortunés.

Cependant jusqu'à l'arrêt BOSMAN en 1995, de réelles contraintes subsistent sur les mouvements de joueurs. On peut noter entre autre que lorsque son contrat arrive à terme, un joueur appartient toujours à son club d'origine et ne peut le quitter pour un autre sans son accord (monnayé) ; en revanche il peut refuser de signer un nouveau contrat dans son club actuel. L'autre mesure phare qui astreint encore à la circulation des joueurs réside dans le fait que chaque championnat européen impose des restrictions à l'égard des joueurs étrangers (quota maximal allant d'un joueur non-italien pour les clubs du *Calcio*⁸, à trois étrangers pour les clubs belges et hollandais).

2.2 Une libéralisation brutale

2.2.1 L'économie du football se plie au traité de la Communauté Européenne

L'arrêt BOSMAN de 1995 a constitué un changement structurel majeur sur ce marché. Il a permis aux joueurs de devenir encore davantage libres par rapport aux clubs.

L'ARRET BOSMAN

Jean-Marc BOSMAN, joueur au RFC Liège, dont le contrat joueur venait à expiration le 30 juin 1990 s'est vu proposer à cette échéance un nouveau contrat avec une diminution de salaire. Le joueur a refusé et trouvé un autre club, Dunkerque, qui s'est mis d'accord avec Liège pour un prêt d'un an avec possibilité de transfert définitif. Mais le club belge a changé d'avis et bloqué le transfert. Au mois d'août 1990, Marc BOSMAN s'est retrouvé sans club et sans revenu, tout en continuant d'appartenir à Liège qui avait le droit d'exiger de tout club intéressé le versement d'une indemnité de transfert. Aussi, le footballeur a-t-il fait appel aux tribunaux en remettant en cause la légalité du système des transferts et des règlements relatifs aux clauses de nationalité.

La Cour de justice des communautés européennes (CJCE) s'est appuyée sur la nature marchande de l'activité des clubs professionnels pour lui imposer les dispositions relatives à l'article 48 du traité de Rome.

Art. 48. : "1. La libre circulation des travailleurs est assurée à l'intérieur de la Communauté au plus tard à l'expiration de la période de transition.

2. Elle implique l'abolition de toute discrimination fondée sur la nationalité, entre les travailleurs des Etats membres, en ce qui concerne l'emploi, la rémunération et les autres conditions de travail."

L'arrêt de la CJCE du 15 décembre 1995, dit arrêt BOSMAN, comprend alors deux décisions dans le but d'éradiquer les pratiques actuelles inadaptées au droit communautaire :

- Les joueurs ressortissants de l'Union Européenne peuvent désormais circuler librement en Europe et ne sont plus concernés par la règle limitant le nombre d'étrangers par club ;
- Les joueurs en fin de contrat sont libres de droit et peuvent offrir leurs services aux clubs qu'ils désirent sans que le club d'origine puisse exiger une indemnité de transfert.

⁸ Terme italien signifiant football et utilisé par extension pour désigner la *Serie A*

L'arrêt BOSMAN a eu pour effet de redessiner le cadre juridique du « sport business » (l'activité sportive ne relevant du droit communautaire que dans la mesure où elle constitue une activité économique). Il fut à l'origine de l'arrêt MALAJA, suite logique permettant la liberté de circulation des sportifs originaires de pays ayant signé des accords d'association ou de collaboration avec l'Union Européenne.

L'ARRET MALAJA ET L'ACCORD DE COTONOU

Lilia MALAJA, basketteuse de nationalité polonaise s'est vue refuser, en juin 1998, sa licence par la Fédération Française de Basket (FFB) après avoir signé avec le club de Strasbourg. Les motifs invoqués par la FFB tenaient au nombre de joueuses extra-communautaires déjà intégrées au club strasbourgeois.

La Cour administrative de Nancy, par un arrêt du 3 février 2002, puis le Conseil d'Etat par un arrêt confirmatif, ont annulé la décision de la FFB en raison de l'accord de coopération signé en 1991 entre l'Union Européenne et la Pologne.

L'arrêt du Conseil d'Etat du 30 décembre 2002 pose le principe selon lequel les pays signataires avec l'Union Européenne d'un accord de coopération doivent se voir appliquer les règles issues de l'arrêt BOSMAN. Le 8 mai 2003, l'arrêt KOLPAK de la CJCE rend ces décisions au niveau communautaire.

En cela, l'accord de partenariat entre les membres du groupe des Etats d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique d'une part (représentés ci-dessous), et de la Communauté européenne et ses Etats membres d'autre part conclu à Cotonou (Bénin) le 23 juin 2000 pour une période de 20 ans, constitue un « passeport » pour les sportifs de ces 79 pays non européens, leur permettant d'évoluer sans limite de nombre dans les clubs des 27 pays de l'Union Européenne.



Il existe d'autres accords d'association et de coopération avec l'UE (pays du Maghreb, de l'Europe de l'Est et de l'ex-URSS). Au total 118 nationalités ne sont plus concernées par la limite d'effectif.

Cependant afin de limiter l'afflux de joueurs africains notamment certaines ligues ont édité a posteriori des règles spécifiques pour les joueurs non-originares de l'Union Européenne. La LFP oblige par exemple les joueurs ressortissants d'un pays bénéficiant d'un accord d'association ou de coopération avec l'UE de justifier au moins une sélection nationale lors d'un match de compétition officielle des Confédérations ou FIFA ou trois ans de licence amateur en France, pour avoir la possibilité de conclure un contrat avec un club français (article 552 de la chartre du football professionnel de la LFP).

Des quotas subsistent encore pour les joueurs extracomunautaires mais ils sont minimes et les joueurs ont de plus en plus recours à la naturalisation afin de remédier à cet obstacle.

La suppression des restrictions sur le nombre de joueurs étrangers a contribué à la création d'un véritable marché mondialisé de joueurs de football et des talents, avec pour résultats une

dérégulation et une accélération rapide des transferts, tant en nombre qu'en valeur ; la mobilité des joueurs a presque été multipliée par deux au sein des championnats du *Big Five* entre 1996 et 2010. Cette mondialisation du marché des joueurs de foot n'est pas sans poser de problème sur les performances de certaines équipes nationales, comme en témoignent les récents appels de certaines fédérations (anglaise en 2008, italienne en 2010) en faveur d'une limitation de joueurs extra-communautaires dans leurs clubs.

Cette mobilité accrue des joueurs a reflété une première segmentation des championnats au niveau des circuits préférentiels. Le graphique ci-dessous en est la parfaite illustration :

Graphique 5

NOMBRE DE TRANSFERTS ENTRE ASSOCIATION EN 2010



[Source : Rapport du CIES Football Observatory sur les migrations globales des footballeurs 2011]

Il apparaît ainsi une « division internationale du football » entre les différents championnats européens : le championnat français attire les joueurs africains ; les championnats italien, espagnol et portugais s'approvisionnent avec des joueurs sud-américains ; le championnat allemand se concentre sur des joueurs en provenance d'Europe de l'Est et de Turquie ; enfin le championnat anglais a tendance à effectuer ses achats en Europe occidentale de joueurs étrangers qui se seraient révélés antérieurement dans les autres championnats européens.

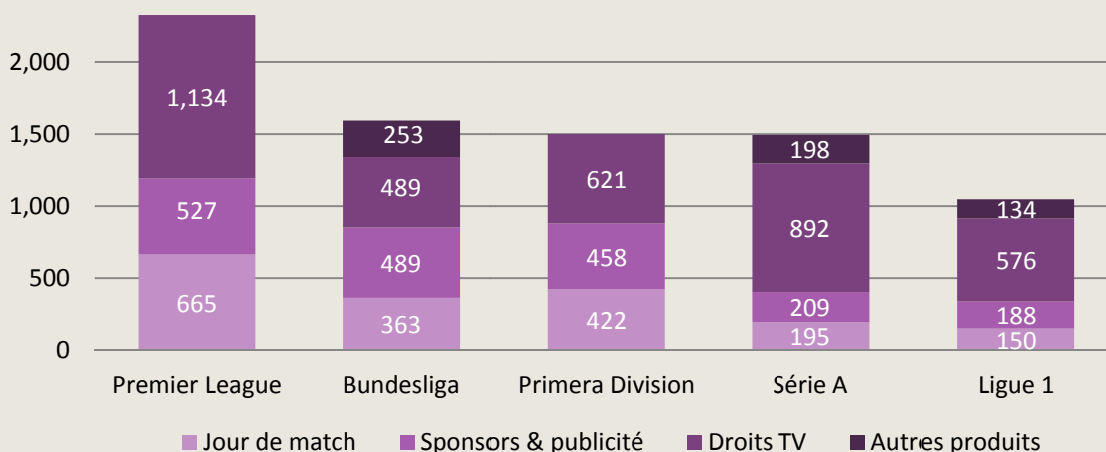
Effet économique : Les arrêts BOSMAN et MALAJA ont conduit à la mise en concurrence de beaucoup plus d'acheteurs potentiels à travers l'Europe, provoquant ainsi la montée des enchères des indemnités de transferts. Cette libéralisation du marché des joueurs s'est traduite par un allongement de la durée de leurs contrats (afin de retarder le départ des meilleurs éléments en fin de contrat) mais aussi par une inflation des salaires et des indemnités de transfert, notamment pour les meilleurs d'entre eux.

2.2.2 Le marché des transferts dans l'engrenage de l'inflation des nouvelles recettes

Le modèle économique du « football spectacle » s'est considérablement modifié au cours des quatre dernières décennies. Presque exclusivement financé par la billetterie dans les années 70, il s'est ensuite développé grâce aux droits télévisuels qui représentent désormais près de la moitié des recettes des clubs professionnels dans la plupart des championnats européens.

Graphique 6

REPARTITION DU CHIFFRE D'AFFAIRES DES CHAMPIONNATS DU BIG FIVE
(saison 2008-2009, en millions d'euros, recettes hors transferts)

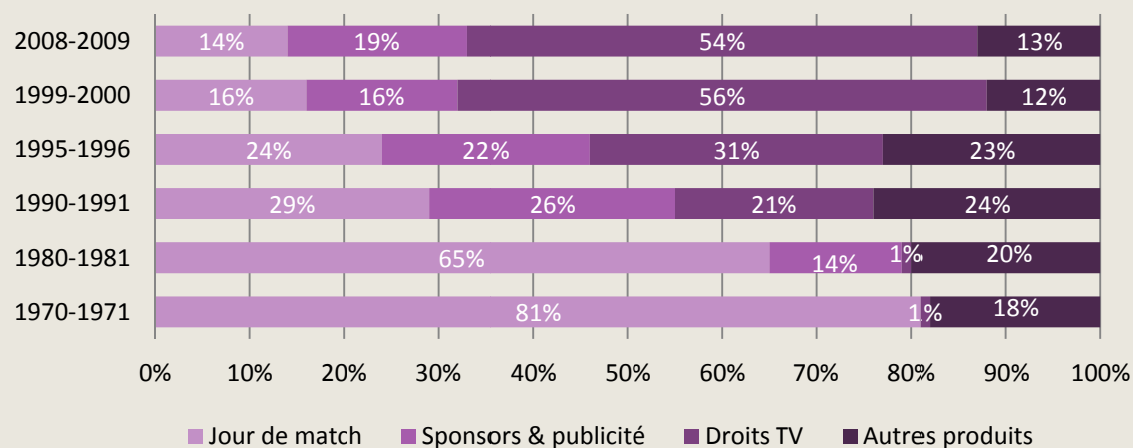


[Source : Deloitte & Touche (2009)]

Aux recettes originelles (billetterie, sponsoring, subventions) se sont progressivement substituées des ressources dérivées, principalement liées à l'exploitation des images télévisuelles à l'échelle domestique et à la diffusion internationale du produit football (droits TV, produits dérivés et diversification des activités en exploitant la marque des clubs (exemple : OL Voyage), sponsoring (cf. annexe 3)).

Graphique 7

EVOLUTION DU MODELE DE FINANCEMENT DU FOOTBALL PROFESSIONNEL
(clubs de division 1 français, recettes hors transferts)



[Source : Eurostaf (2002) et Analyse Ernst & Young (2010)]

A l'image des grands championnats européens, le montant annuel des droits télévisuels pour retransmettre la Ligue 1, s'est exponentiellement accru depuis la fin de 20^{ème} siècle. Alors que 800 000 € par an suffisaient en 1985 pour diffuser les matchs de championnat des clubs français, la nouvelle attribution pour la période 2012-2016 s'est négocié autour de 600 millions d'euros pour l'ensemble des lots de diffusion.

Entraînant une visibilité plus large des clubs et des joueurs, la vague de médiatisation du football a eu pour impact de dynamiser dans le même temps le marché du sponsoring et de la publicité qui constitue désormais le second poste de recette des clubs de football. L'arrivée récente des sociétés de paris en ligne sur ce créneau renforce encore un peu plus le poids de cette activité.

En plus de ces nouvelles recettes, la médiatisation et l'internationalisation du produit football a conduit à l'arrivée d'investisseurs attirés par ce potentiel d'audience décuplé. Certains clubs de football se sont même ouverts aux marchés financiers.

Les droits TV ont donc impacté grandement les finances des clubs professionnels, contribuant à l'augmentation massive des masses salariales et des indemnités de transferts.

Effet économique : On relie souvent la libéralisation du marché des contrats joueurs, exclusivement aux décisions jurisprudentielles BOSMAN et MALAJA ; mais l'inflation du chiffre d'affaire des clubs corroborée par la croissance exponentielle des droits télévisuels, est un ingrédient essentiel de la densification des mouvements de joueurs entre clubs.

Outre l'inflation des montants dépensés pour s'attacher les services des meilleurs joueurs (cf. graphique 3), les nouveaux enjeux financiers d'un football de plus en plus business ont amené les clubs à s'activer de plus en plus fréquemment sur le marché des contrats joueurs dans le but de posséder une équipe constamment compétitive et aux individualités « stars », créatrices de marge commerciale.

C'est pourquoi, jusqu'aux années 2000, le marché des transferts de sportifs est resté l'apanage du football en Europe, avant le récent essor du financement du rugby professionnel. Le niveau d'activité du marché des contrats joueurs est donc suspendu à la stabilité des recettes des clubs de football.

LA « MALADIE DE BAUMOL »

Mandatés par la fondation Ford en 1965 afin de diagnostiquer la santé et le fonctionnement économique des théâtres de New York, William BAUMOL et William BOWEN ont mis en évidence un différentiel de productivité touchant l'économie du spectacle vivant.

En effet un match de football il y a un siècle nécessitait « 22 acteurs » et le spectacle durait 90 minutes ; Aujourd'hui les quantités de travail sont les mêmes (aucun gain de productivité du travail) ; mais alors que leur productivité est restée stable, la rémunération des joueurs a augmenté proportionnellement aux recettes générées lors d'un match (recette billetterie, sponsoring maillot, diffusion télévisuelle, etc.).

Une baisse du financement du « football spectacle » devrait donc entraîner une diminution du niveau global de rémunération des joueurs, ainsi que de l'activité coûteuse de mutations.

2.3 Une segmentation de plus en plus marquée

La dérégulation symbolisée par l'arrêt BOSMAN et le boom économique ont conduit à une polarisation encore plus marquée du marché des contrats joueurs. En effet, ce marché est bien loin d'être homogène, à tel point qu'il n'existe pas, en matière de football comme dans les autres sports un seul marché du travail, mais plusieurs, avec des situations très diverses en fonction du segment considéré. Même si, du fait de la puissance financière du football, rares sont les joueurs européens ne bénéficiant pas d'une situation avantageuse par rapport au « commun des mortels », la segmentation y est certainement encore plus marquée que dans les autres disciplines.

On constate particulièrement une dualité marquée basée sur une segmentation à la DOERINGER et PIORE ; de sorte que l'on peut distinguer :

- D'une part, un marché primaire sur lequel les meilleurs joueurs se font concurrence et les équilibres s'établissent par les prix ; ce marché des joueurs stars est relativement restreint dans la mesure où les stars et le nombre d'acheteurs potentiels de ces talents sont rares et limités ;
- D'autre part, un second marché regroupant le reste des joueurs, avec un fort degré de substitution et une offre beaucoup plus importante que sur le marché primaire ; les joueurs de talents équivalents y étant plus nombreux.

LE DUALISME SELON DOERINGER ET PIORE

Le dualisme mis en évidence en 1970 par Pierre DOERINGER et Michael PIORE décrit un système économique structuré par la coexistence d'un secteur central monopoliste (grosses entreprises) et d'un secteur périphérique (petites unités).

Ce premier dualisme en entraîne un second sur le marché du travail : à un secteur primaire, correspondant aux emplois mieux rémunérés, mieux qualifiés et plus stables, s'oppose un marché secondaire, correspondant aux emplois moins payés et plus précaires.

En terme d'analyse économique, le marché secondaire fonctionne beaucoup plus selon les lois de la concurrence puisque il est moins soumis au jeu des négociations salariales.

Le tableau ci-après résume l'ensemble des caractéristiques de la dualité du marché des contrats joueurs.

Tableau 3 CARACTERISTIQUES DE LA DUALITE DU MARCHE DES CONTRATS JOUEURS			
	Caractéristiques	Marché primaire	Marché secondaire
Joueurs	revenus mobilité statut poste occupé sécurité de l'emploi stabilité de l'emploi	très élevés voulue vedette valorisant assurée grande	faible subie anonyme peu valorisant aucune faible
Clubs	rayonnement taille financière rang sportif rendements	international élevée stable croissants	national faible instable décroissants

Sur le marché primaire, outre leurs qualités footballistiques, les joueurs « stars » possèdent aussi une réelle valeur commerciale. A travers leur notoriété ils permettent de développer la marque du club dont ils portent les couleurs. La durée assez longue (4 à 5 ans en général) de ces gros contrats permet au club d'amortir leur coût important (indemnité de transfert et salaire) en exploitant leurs droits d'image.

L'ERE GALACTIQUE DU REAL MADRID

La vague de recrutement du Real Madrid au début des années 2000 est un exemple de politique commerciale. L'apport des joueurs cités ci-après a certes permis à l'équipe de se renforcer sur le plan sportif ; mais a également apporté au club une puissante notoriété aux quatre coins du globe : l'Afrique et le Moyen-Orient suite au transfert de Zinédine ZIDANE (2001), l'Amérique du Sud avec le recrutement du brésilien RONALDO (2002), et enfin l'Asie et les Etats-Unis grâce à l'arrivée du populaire David BECKHAM (2003).

Le marché secondaire rassemble beaucoup plus de joueurs, substituables, donc en concurrence entre eux et avec les jeunes issus des centres de formation et les joueurs de certains pays à faible niveau de vie (Afrique, Europe centrale et de l'Est). La variable d'ajustement est, dans ce cas, la quantité, ce qui contribue à faire baisser les salaires de ces joueurs et à précariser leur statut (durée de carrière, chômage de déqualification). Environ 20% des footballeurs professionnels sont au chômage; ces derniers étant plus nombreux que le nombre de places disponibles.

Il est également intéressant de signaler que si l'ensemble des indemnités de joueurs a largement bénéficié de l'inflation, au cours de ces deux dernières décennies, le second marché n'en serait pas la cause puisque, dans le même temps, les écarts de coût de mutation entre les joueurs ordinaires et les internationaux se sont considérablement creusés, reflétant une répartition très inégalitaire de la valeur économique des joueurs de football.

Par conséquent, le marché primaire des joueurs « stars » semble expliquer en majeure partie la croissance du montant des indemnités de transfert. A cet égard, le marché des contrats joueurs apparaîtrait efficient dans la mesure où plus le joueur est talentueux, plus son prix d'acquisition est élevé. Cependant, les comportements irrationnels de certains clubs très fortunés dans leurs choix d'achat et de vente de joueurs conduiraient à annihiler cette cohérence.

Effet économique : A l'image de la société capitaliste moderne, on assiste à une hausse des écarts entre les deux classes de sportifs qui composent le marché des contrats joueurs. Cependant, l'« ascenseur social » y est beaucoup plus accessible et emprunté, compte tenu du caractère conjoncturel et aléatoire du football.

2.4 Des données assidûment élevées

A l'heure où l'ensemble de l'économie mondiale est en crise, les clubs de football du vieux continent semblent vivre sur une autre planète et continuent d'aligner des sommes astronomiques sur le marché des contrats joueurs comme le montre le tableau ci-après.

Tableau 4

NOMBRE DE MOUVEMENTS ET NIVEAU DES INDEMNITES DE TRANSFERT AU SEIN DU «BIG FIVE»
(indemnités en milliers d'euros)

Championnats	Saisons	Arrivées	Départs	Indemnités de transfert dépensées	Indemnités de transfert reçues	Solde financier
Bundesliga 	2010-2011	270	255	436 047	369 012	-67 035
	2009-2010	215	251	245 710	135 295	-110 415
	2008-2009	230	224	181 200	112 983	-68 217
	2007-2008	234	258	264 610	158 315	-106 295
	2006-2007	205	223	140 500	108 400	-32 100
Premier League 	2010-2011	477	458	706 200	351 705	-354 495
	2009-2010	491	507	588 890	520 765	-68 125
	2008-2009	483	496	852 006	527 785	-324 221
	2007-2008	476	534	928 885	471 165	-457 720
	2006-2007	496	502	552 760	257 550	-295 210
Primera Division 	2010-2011	268	270	316 610	309 500	-7 110
	2009-2010	300	252	502 925	245 275	-257 650
	2008-2009	294	261	385 170	372 615	-12 555
	2007-2008	321	399	576 650	307 690	-268 960
	2006-2007	312	278	391 132	134 945	-256 187
Ligue 1 	2010-2011	285	272	153 515	211 635	58 120
	2009-2010	289	292	270 218	212 697	-57 521
	2008-2009	314	338	257 785	282 400	24 615
	2007-2008	335	338	250 850	339 150	88 300
	2006-2007	325	316	203 335	200 835	-2 500
Série A 	2010-2011	802	768	436 047	369 012	-67 035
	2009-2010	719	800	506 698	464 475	-42 223
	2008-2009	575	627	564 905	339 701	-225 204
	2007-2008	488	535	414 166	258 767	-155 399
	2006-2007	443	479	232 150	200 240	-31 910

[Source : www.transfermarkt.de]

On a recensé en moyenne près de 2000 départs pour approximativement autant d'arrivées chaque année pour l'ensemble des cinq championnats majeurs. Ce nombre moyen de mutations est relativement stable : le coefficient de variation du nombre d'arrivées/départs propre à chaque championnat est très faible, hormis en *Serie A* où le nombre de mouvements a connu une forte croissance entre 2006 et 2011.

La somme des montants dépensés et reçus est davantage variable d'une saison à l'autre : entre 1,5 et 2,5 milliards d'euros ont été dépensés chaque année par les clubs du *Big Five* au cours de ces cinq saisons contre 900 000 à 1,6 milliards d'euros d'indemnités reçues annuellement.

Les montants sont plus volatiles que le nombre de mouvements car ils sont sensibles aux gros transferts (les 10 transferts les plus importants en termes de montant représentent en moyenne 10 % des dépenses et entre 13 à 25 % des recettes sur mutations de joueurs) ; alors que le montant médian des transferts suit la tendance du marché.

Tendance du marché : Globalement on constate depuis quelques années, un ralentissement général de l'investissement des clubs dans les actifs joueurs, lié au plan de rigueur consenti par la majeure partie d'entre eux afin de résorber les déficits constatés ces dernières saisons. Les acteurs du marché ont de plus en plus recours à des ruptures de contrat par consentement mutuel, soulageant ainsi la masse salariale des clubs de la rémunération de joueurs jugés « indésirables » et menant à un nombre croissant de mutations gratuites de joueurs libres. Cependant les montants globaux dépensés restent stables, résultant de quelques transactions spectaculaires, réalisées par les clubs de riches mécènes qui épongent systématiquement les pertes financières de leur équipe.

Lors des *mercato* estivaux 2011 et 2012, la LFP a enregistré un regain de l'activité de mutations ; mais cette constatation est majoritairement attribuable au Paris-Saint-Germain. Le club de la capitale récemment détenu en majorité par Qatar Sport Investment est en effet l'arbre qui cache la forêt, puisqu'il a dynamisé à lui seul le marché français avec 85 millions d'euros investis sur 181 au total pour les 20 clubs de Ligue 1 (47%).

Conclusion partielle : Le marché des contrats joueurs a suivi l'évolution du système économique global reproduisant un fonctionnement de plus en plus capitaliste. Le football en général et le système des transferts en particulier ont rejoint l'idée du sport produit. On pourrait ainsi lire le transfert comme la valeur d'échange de la marchandise que constituent les joueurs dans une optique de maximisation du profit de la part des propriétaires de clubs ; et ainsi privilégier une approche de valorisation basée sur une actualisation des flux futurs générés par le joueur.

Cependant le football professionnel n'est pas une activité économique comme une autre, compte tenu de la nature humaine des biens échangés. Cette notion de capital humain privilégie alors plus une approche par le talent et à travers elle la détermination de critères permettant d'évaluer la valeur du joueur.

La composante « tendance marché » est également à prendre en compte dans l'évaluation ponctuelle d'un contrat joueur, puisqu'elle reflète le niveau des capacités financières disponibles sur ce marché et influe de ce fait sur le montant des indemnités échangées.

A suivre: Les principales composantes du marché des contrats joueurs ayant été définies précédemment, nous allons désormais nous intéresser à la façon dont ce dernier est réglementé, puis nous étudierons l'impact du fair-play financier souhaité par l'UEFA sur l'activité de transfert.

II Réglementation et régulation du marché des contrats joueurs

L'industrialisation du football demande une régulation particulière concernant le système des transferts de contrats joueurs, notamment dans le but de répondre aux objectifs universels de protection des joueurs.

Afin de mieux appréhender la comptabilisation et la valorisation des contrats joueurs, nous allons étudier soigneusement les principaux éléments qui régissent ce type d'actif et le marché dans lequel ils sont échangés. Nous nous attacherons dans un second temps à avoir une vision prospective des différentes mesures pouvant à terme influencer directement ou indirectement sur le marché des contrats joueurs.

1 Réglementations en vigueur

Le Règlement du Statut et du Transfert des Joueurs édité par la FIFA établit des règles universelles et contraignantes concernant le statut des joueurs et leur qualification pour participer au football organisé, ainsi que leur transfert entre des clubs appartenant à différentes associations (article 1-1).

Le transfert de joueurs entre des clubs appartenant à la même association est régi par un règlement spécifique, édicté par l'association concernée qui doit être approuvé par la FIFA (article 1-2).

Ce règlement doit prévoir des règles pour la résolution de litiges entre clubs et joueurs, conformément aux principes prévus par le présent règlement. Il doit aussi prévoir un système indemnisant les clubs qui investissent dans la formation et l'éducation des jeunes joueurs.

L'instance mondiale du football a élaboré ce règlement avec pour principaux objectifs la protection des footballeurs (en particulier celle des mineurs) et la lutte contre les dérives du football. Cependant nombre de ces mesures ne sont applicables qu'au niveau international (échange de joueurs entre deux associations distinctes) ; chaque association édictant son propre règlement pour encadrer les mutations ayant lieu à l'intérieur de celle-ci. Nous nous intéresserons donc dans un premier temps aux règles communes essentielles, puis nous ferons un focus sur les principales divergences de réglementation entre associations.

1.1 Règles universelles

1.1.1 Droit des contrats joueurs

Chaque association doit inclure dans son règlement des moyens adaptés pour protéger la stabilité contractuelle, dans le respect des dispositions impératives de droit national et des conventions collectives de travail. Les principes suivants doivent notamment être pris en considération :

- les contrats doivent être respectés : un contrat entre un joueur professionnel et un club peut prendre fin uniquement à son échéance ou d'un commun accord (cf. annexe 4).

JOUEUR PROFESSIONNEL

Est réputé joueur professionnel tout joueur bénéficiant d'un contrat écrit avec un club et qui perçoit une indemnité supérieure au montant des frais effectifs qu'il encourt dans l'exercice de cette activité footballistique (article 2-2).

- un contrat peut être résilié sans conséquences par l'une ou l'autre des parties lorsqu'il y a juste cause ;
- un contrat peut être résilié par un joueur professionnel pour juste cause sportive ;

JUSTE CAUSE SPORTIVE

Un joueur professionnel accompli ayant pris part à moins de 10% des matchs officiels joués par son club au cours d'une saison peut résilier son contrat prématurément sur la base d'une juste cause sportive (article 15).

- un contrat ne peut être résilié unilatéralement en cours de saison ;
- en cas de résiliation de contrat sans juste cause, une indemnité sera due (une telle indemnité peut être stipulée dans le contrat) et des sanctions sportives seront infligées à la partie fautive (cf. annexe 5).

Les dispositions spéciales relatives aux contrats entre joueurs professionnels et clubs, contenues dans l'article 18, sont contraignantes au niveau national et doivent être incluses, sans modification, dans le règlement de chaque association. Ci-après les mesures essentielles :

- Un contrat est établi pour une durée minimale allant de la date de son entrée en vigueur jusqu'à la fin de la saison et au maximum pour une durée de cinq ans. Les contrats d'une durée différente ne sont autorisés que s'ils sont conformes au droit national en vigueur.
- Un joueur de moins de 18 ans ne peut signer de contrat de joueur professionnel d'une durée supérieure à trois ans.
- Un club désirant signer un contrat avec un joueur professionnel est tenu d'en informer le club actuel du joueur par écrit avant d'entamer toute négociation avec le joueur. Un joueur professionnel n'est libre de conclure un contrat avec un autre club que si son contrat avec son club actuel a expiré ou expirera dans les six mois. Toute infraction à cette disposition est soumise aux sanctions appropriées.
- La validité d'un contrat ne peut dépendre du résultat positif d'un examen médical et/ou de l'octroi d'un permis de travail.

1.1.2 Enregistrement de joueur

Un joueur doit être enregistré auprès d'une association pour jouer avec un club soit en tant que professionnel soit en tant qu'amateur (article 5).

L'article 5 précise également qu'un joueur ne peut être enregistré qu'auprès d'un club à la fois, et auprès de trois clubs au maximum au cours d'une même saison. Durant cette période, le joueur ne peut être qualifié pour jouer en matchs officiels que pour deux clubs et ce afin de prendre en considération l'intégrité sportive de la compétition.

Enfin l'article 6, relatif aux périodes d'enregistrement indique qu'un joueur ne peut être enregistré qu'au cours de l'une des deux périodes d'enregistrement annuelles fixées à cette fin par l'association concernée. À titre exceptionnel, un joueur professionnel dont le contrat a expiré avant la fin d'une période d'enregistrement peut être enregistré en dehors de cette période d'enregistrement. Les associations sont autorisées à enregistrer ces professionnels à condition que l'intégrité sportive de la compétition concernée soit dûment prise en considération.

1.1.3 Système de régulation des transferts

Adopté en mai 2007, lors du 57^{ème} Congrès de la FIFA, le système de régulation des transferts (TMS) s'applique aux clubs professionnels depuis octobre 2010.

Il est conçu afin de veiller à ce que les instances spécialisées du football disposent d'un maximum d'informations sur les transferts internationaux de joueurs, permettant ainsi d'améliorer la transparence des transactions individuelles et en conséquence d'accroître la crédibilité et la reconnaissance de tout le système de transferts.

Par ailleurs, le système permet de s'assurer de l'existence du joueur transféré et d'empêcher ainsi les transferts fictifs ayant pour seule finalité les mouvements de fonds (blanchiment d'argent). Enfin, TMS est également axé sur la protection des mineurs.

Un transfert international doit être obligatoirement saisi dans TMS lorsqu'un joueur obtient ou conserve son statut de professionnel; tout enregistrement de joueur professionnel effectué sans recourir à TMS sera considéré comme caduc par la FIFA.

TMS propose aux associations et aux clubs un système d'informations en ligne conçu pour administrer et superviser les transferts internationaux; diverses informations doivent être saisies dont entre autre le type d'instruction (engager, libérer, échanger ou engager sans contrat) et la présence ou non d'un paiement (et le détail de celui-ci le cas échéant).

CERTIFICAT INTERNATIONAL DE TRANSFERT

Un joueur enregistré auprès d'une association ne peut être enregistré auprès d'une nouvelle association que lorsque celle-ci a reçu un Certificat International de Transfert (CIT) établi par l'ancienne association. L'association qui délivre le CIT est tenue d'en soumettre une copie à la FIFA (article 9)

Le CIT doit exclusivement être créé via TMS. La dernière limite pour le dépôt de la demande de CIT via TMS est le dernier jour de la période d'enregistrement de la nouvelle association.

Outre ces obligations administratives auprès de la FIFA, le club acquéreur doit faire une demande d'enregistrement, durant les périodes d'enregistrement autorisées, auprès de sa fédération en joignant une copie du contrat de travail signée avec le joueur recruté. La nouvelle fédération demande ensuite à la fédération d'origine de lui transmettre le CIT et le passeport du joueur.

L'ancienne fédération est tenue de vérifier auprès du club quitté et du joueur que le contrat a été rompu dans les règles et qu'il n'existe pas de litige entre les parties. Une fois informée de l'absence de litige, elle adresse les documents requis à la nouvelle fédération en utilisant les formulaires mis à sa disposition par la FIFA.

Les procédures susmentionnées s'appliquent également au prêt d'un joueur professionnel par un club affilié à une association à un club affilié à une autre association.

Lorsqu'un mineur est enregistré pour la première fois dans un pays dont il n'est pas ressortissant ou s'il fait l'objet d'un transfert international, une approbation doit être accordée par une sous-commission désignée par la Commission du Statut du Joueur à cette fin. Cependant, en principe, le transfert international d'un joueur n'est autorisé que si le joueur est âgé d'au moins 18 ans (exception faite notamment en pays de l'espace économique européen).

1.1.4 Indemnités de formation et mécanisme de solidarité

Des indemnités de formation sont redevables à l'ancien club ou aux anciens clubs formateur(s) lorsqu'un joueur signe son premier contrat en tant que joueur professionnel, et lors de chaque transfert d'un joueur professionnel jusqu'à la saison de son 23^{ème} anniversaire. L'obligation de payer une indemnité de formation existe que le transfert ait lieu pendant ou à la fin du contrat (article 20).

L'annexe 4 du règlement précise qu'une indemnité de formation est due lorsqu'un joueur est enregistré pour la première fois en tant que joueur professionnel, ou lorsqu'un joueur professionnel est transféré entre des clubs appartenant à deux associations différentes (durant ou à la fin de son contrat) avant la fin de la saison de son 23^{ème} anniversaire. Le montant à verser est calculé au prorata de la période de formation que le joueur a passé dans chaque club. En cas de transferts ultérieurs du joueur professionnel, l'indemnité de formation ne sera due par le nouveau club qu'à l'ancien club du joueur pour la période au cours de laquelle il aura effectivement formé le joueur.

Pour calculer les indemnités dues au titre des coûts de formation et d'éducation, les associations sont tenues de classer leurs clubs en quatre catégories maximum, conformément aux investissements financiers consentis par les clubs pour la formation des joueurs. Les coûts de formation sont fixés pour chaque catégorie et correspondent au montant nécessaire à la formation d'un joueur pour une année multiplié par un « facteur joueur » moyen, qui est le ratio entre le nombre de joueurs devant être formés pour produire un joueur professionnel.

Tableau 5

COUTS DE FORMATION ANNUELS PAR CATEGORIES DES CLUBS (2005, montant en euros)

Confédération	Catégorie I	Catégorie II	Catégorie III	Catégorie IV
UEFA	90 000	60 000	30 000	10 000

[Source : FIFA]

Dans le cas d'un premier enregistrement en tant que professionnel, l'indemnité de formation est calculée en prenant les coûts de formation du nouveau club et en les multipliant par le nombre d'années de formation à compter en principe de la saison du 12^{ème} anniversaire du joueur jusqu'à la saison de son 21^{ème} anniversaire. En cas de transferts ultérieurs, l'indemnité de formation est calculée en prenant les coûts de formation du nouveau club multipliés par le nombre d'années de formation avec l'ancien club.

Pour éviter que l'indemnité de formation pour des joueurs très jeunes n'atteigne des sommes exagérément élevées, les coûts de formations pour les joueurs lors des saisons entre leur 12^{ème} et leur 15^{ème} anniversaire (à savoir quatre saisons) sont toujours basés sur les coûts de formation et d'éducation des clubs de catégorie 4. Cependant, cette exception ne sera pas applicable si l'événement donnant droit à l'indemnité de formation a lieu avant la fin de la saison du 18^{ème} anniversaire du joueur

Il existe des dispositions spéciales pour les joueurs transférés d'une association à une autre dans la zone UE/EEE.

TRANSFERT DE GAEL KAKUTA

Gaël KAKUTA, joueur français formé au RC Lens depuis l'âge de huit ans a quitté le nord à l'âge de 16 ans pour rejoindre le club londonien de Chelsea. Outre le non-respect de l'accord de non sollicitation qu'il avait signé avec son club formateur et pour lequel le joueur a été en premier lieu condamné par la Chambre de Résolution des Litiges de la FIFA à verser une pénalité de 780 000€ au club nordiste; le club anglais a été obligé de s'acquitter d'une indemnité de formation de 130 000€ au titre des quatre années où le joueur avait entre 12 et 15 ans (4 fois 10 000€) et au titre de l'année du 16^{ème} anniversaire de ce dernier (90 000€, Chelsea FC étant un club de catégorie 1) et a également été suspendu de recrutement pendant deux saisons.

Les deux clubs se sont finalement conciliés à l'amiable sur la base d'une indemnité de formation avoisinant trois millions d'euros en contrepartie de laquelle le RC Lens confirmait le caractère non valable du pré-contrat qui liait Gaël KAKUTA et le RC Lens, permettant ainsi l'abandon de la procédure et des condamnations contre le Chelsea FC.

Mismatch comptable : le paiement pour le transfert des joueurs de moins de 23 ans d'une indemnité de formation, calculée sur des critères objectifs, constitue le premier volet destiné à offrir des compensations financières à l'effort de formation.

Or, on voit avec le système comptable actuel que la valeur en actif de ces jeunes joueurs est nulle ; alors qu'en cas de transfert, ces joueurs rapporteraient au minimum le montant de ces indemnités de formation (obligatoires).

C'est vrai qu'il n'y a aucune certitude qu'un joueur soit transféré avant la fin de son contrat ; mais il en est de même pour un joueur ayant été transféré et pour lequel une indemnité de transfert a été payé, cependant ce dernier a une valeur comptable à l'actif du bilan du club.

1.1.5 Période protégée

Il existe une période protégée, durant laquelle les ruptures unilatérales, de l'une ou l'autre des parties, seront sanctionnées par des peines financières et, pour les joueurs, sportives (suspensions de 4 à 6 mois, sauf si la rupture a lieu lors de la dernière année de la période protégée). Cette période est de trois ans pour les joueurs de moins de 28 ans, deux ans pour ceux de plus de 28 ans. Indépendamment, les contrats pourront porter sur des durées de 1 à 5 ans.

Ce point a été le plus contesté par les représentants des joueurs, qui y voyaient à juste titre des contraintes contraires au droit du travail et à la liberté de circulation des travailleurs. Les clubs ont argumenté sur le besoin de stabilité, stigmatisant également à raison les décisions très unilatérales de certains joueurs qui plient bagage sans prévenir et entament un bras de fer dont ils sortent en général à leur avantage. La FIFA a donc établi ce système de contrainte temporelle, assorti de sanctions sportives difficiles à avaler pour les syndicats de joueurs. La notion de "juste cause sportive" a cependant été prévue s'il est établi que les conditions d'exercice professionnel n'ont pas été remplies.

En pratique, les cas de joueurs ayant rompu leur contrat unilatéralement sont relativement rares, car en plus de l'indemnité qu'ils devraient verser au club avec lequel ils étaient liés, ils leur affecteraient la crédibilité auprès du marché. Cependant, dans un passé plus ou moins récent, on peut dénoter le cas de l'international français Philippe MEXES : lors de l'été 2004, il avait quitté l'AJ Auxerre pour l'AS Rome dans des circonstances controversées. Le club bourguignon avait alors réclamé une compensation financière pour rupture abusive de contrat. La chambre de règlement des litiges de la FIFA avait alors fixé à 8m€ (montant ramené à 7m€ en appel) le montant de l'indemnité à verser de la part du club italien au club français. L'agent du joueur, Olivier JOUANNEAUX, sera de son côté suspendu six mois par la FIFA pour son implication dans la rupture unilatérale de contrat du défenseur (cf. annexe 5).

Rupture bilatérale : Cet élément central du droit des contrats n'empêche pas les ruptures "bilatérales", qui seront l'occasion pour les trois parties (club vendeur, club acquéreur, joueur) de négocier une indemnité de transfert selon les lois actuelles du marché.

Conclusion partielle : la régulation autour des contrats de joueurs mise en place par les instances de régulation du monde du football professionnel (FIFA au niveau international, ligues au niveau national), permet une gestion efficace et une certaine transparence en interne autour des flux financiers qu'engendrent les transferts de joueurs.

De plus, les règles mises en place concernant les contrats joueurs assurent une certaine protection à la fois des joueurs et des clubs.

En revanche il existe une relative opacité sur le détail des opérations de transferts, au niveau du grand public, même si bon nombre d'informations sont relayées par les multiples médias spécialisés. Seuls les clubs cotés en bourse ont un devoir de totale clarté relative à ces opérations.

Ci-après, le schéma complet d'un accord de transfert.

ACCORD DE TRANSFERT

L'accord de transfert (*transfer agreement*) international est généralement rédigé en anglais. Il spécifie dans un premier temps les deux parties : le club vendeur (A) et le club acheteur (B), puis la situation contractuelle du joueur et la volonté du club A de le transférer en vertu des règlements internationaux en vigueur (UEFA et FIFA).

Il est ensuite généralement convenu ce qui suit :

Article 1: Accord de transfert d'enregistrement

Le cédant A s'engage à résilier le contrat du joueur et à transférer l'enregistrement du joueur B selon les termes énoncés ci-dessous. (*libération contractuelle du joueur*)

Article 2: Conditions

Cet accord est soumis aux conditions suivantes: (*conditions cumulatives assurant à B l'enregistrement du joueur dans son association et de ce fait la possibilité de jouer pour le club*)

- a. la signature d'un contrat de travail entre B et le joueur
- b. l'émission du certificat international de transfert du joueur par l'Association Nationale Football de A
- c. l'approbation par l'Association Nationale Football de B du contrat entre B et le joueur.

Article 3: Versement d'une indemnité de transfert

B s'engage à payer au cédant à titre d'indemnité de transfert pour le joueur, une somme de X€ à telle date. (*le montant et la date de chaque paiement sont systématiquement mentionnés*)

Mécanisme de solidarité : les parties conviennent que l'indemnité de transfert énoncée dans cet accord n'inclut pas la contribution de solidarité prévue par la FIFA. En conséquence, le montant Y€ de cette contribution est à payer à telle date.

Indemnité de formation: les parties conviennent également que la compensation de transfert stipulée à l'article 3 comprend tous les montants liés aux indemnités de formation pour A.

Sur le transfert suivant: A recevra 15% du prochain transfert du joueur. La somme sera versée une semaine plus tard après le transfert.

Ces montants doivent être payés par virement bancaire sur le compte bancaire suite à l'envoi de A des factures correspondantes. (*description du moyen de paiement*)

Article 4: Certificat de transfert

B s'engage à prendre toutes les mesures nécessaires pour obtenir le certificat international de transfert requis pour la qualification du joueur.

Article 5: Confidentialité

Les termes de cet accord sont strictement confidentiels. (*absence de transparence*)

Article 6: Droit applicable

Cet accord est régi par les règlements de la FIFA et les lois nationales de A et B.

Article 7: Conditions générales

Les parties conviennent expressément qu'ils ne sont liés par la version anglaise de ce contrat.

Article 8 : Litiges

Les litiges découlant du présent accord seront soumis à la compétence l'organe de la FIFA conformément au Règlement de la FIFA concernant le Statut et du Transfert des Joueurs.

1.2 Divergences de réglementation et conditions actuelles de marché

Comme dans la majorité des secteurs professionnels, il existe sur le marché des contrats joueurs, des droits/contraintes supplémentaires à l'échelle nationale, dus à des règles adaptées aux politiques des instances réglementaires de chaque pays. Ci-après, sont présentés, au niveau européen les quatre principaux points de divergences entre pays/ligues affiliés à l'UEFA.

Nous verrons également dans cette partie que les indemnités de transferts peuvent être plus ou moins indépendantes des clubs auxquels appartiennent les joueurs, et qu'il peut également exister une partie variable dans le montant ultime de celles-ci.

1.2.1 Quotas de joueurs et permis de travail

Le nombre autorisé de joueurs extracommunautaires diffère toujours d'une fédération à l'autre, ainsi que les modalités pour qu'un joueur communautaire soit autorisé à jouer librement (sélection officielle avec son pays)

De façon à encore plus réguler les flux de joueurs étrangers, le permis de travail est appliqué au football professionnel au Royaume-Uni (sont concernés les clubs participant aux divers championnats anglais et écossais, à la première division galloise et d'Irlande du Nord). Pour en obtenir un, le joueur doit remplir ces conditions :

- joueur de calibre international pouvant apporter une "contribution significative au développement du football britannique de haut niveau".
- doit avoir joué 75% des matchs de compétitions internationales de son pays (ne compte que les matchs pour lesquels il était sélectionné), au cours des deux années précédant sa demande de permis.
- la nation du joueur doit être classée dans les 70 premières du Classement FIFA (cf. annexe 8) lors des deux années précédant la demande de permis.

Malgré cela l'Agence de l'Immigration peut refuser de délivrer un permis de travail. Une commission composée de représentants des instances dirigeantes du football ainsi que de trois experts indépendants est alors constituée afin de statuer sur le cas du joueur.

En Russie, le règlement contraint chaque formation à titulariser au moins cinq joueurs nationaux.

1.2.2 Clauses libératoires

Le contrat de travail du joueur professionnel peut prévoir une clause dite libératoire ou clause de rachat permettant aux parties de mettre un terme au contrat en aménageant les modalités de la rupture.

La clause libératoire se matérialise par un avenant au contrat, stipulant que durant toute ou partie de la durée du contrat de travail du joueur le liant à son club, le club en question accepte de libérer le joueur de ses obligations contractuelles. En contrepartie de cette libération, le club devra recevoir une somme minimum, appelée montant de la clause libératoire.

La clause libératoire n'a pas pour objet de donner une valeur marchande au joueur contrairement à une idée parfois reçue. Elle est destinée, selon les cas, à assurer le respect des engagements pris par le joueur pour la durée du contrat en le dissuadant de toute tentation de rupture soit à permettre au joueur ou au club de mettre unilatéralement un terme au contrat moyennant une somme définie à l'avance.

Cependant une telle clause est interdite dans certains pays européens. En droit français par exemple, l'article L. 1243 -3 du code du travail ne permet pas une telle faculté de rétractation unilatérale pour une cause autre que la force majeure ou la faute grave. La rédaction de la clause sera par conséquent très importante : soit elle apparaîtra comme une clause de dédit, c'est-à-dire une faculté de rétractation unilatérale, et le risque de nullité existera nécessairement ; soit la clause libératoire est rédigée comme une clause pénale auquel cas elle pourra être validée, la clause pénale étant une sanction à la résiliation unilatérale du contrat à durée déterminée. Le terme de clause de « rachat » doit aussi en ce sens être prohibé.

TRANSFERT DE YOHAN CABAYE

Le néo international français Yoann CABAYE a été transféré de Lille à Newcastle à l'intersaison 2011.

Le milieu de terrain de 25 ans était un titulaire indiscutable à Lille et régulièrement appelé en équipe de France depuis un an. Il sortait d'une saison pleine avec son club formateur, ponctuée d'un titre de champion de France et sa valeur sur le marché était probablement supérieure à 10 millions d'euros.

Cependant les dirigeants anglais étant tombés d'accord avec leurs homologues lillois en offrant seulement 6 millions d'euros, ce qui représentait le montant de la clause libératoire du joueur.

Majorant : La valeur comptable d'un joueur est majorée par le montant de l'indemnité contractuelle nécessaire à la rupture unilatérale de son contrat.

La valeur contrat d'un joueur, lorsqu'elle est bornée par cette clause, pourra donc être inférieure à la valeur intrinsèque du joueur. Cependant le montant de ces clauses est souvent défini de manière exorbitante dans le but de décourager les éventuels clubs intéressés. Ces options ne sont donc que très rarement levées.

De plus l'article 17 du règlement de la FIFA indique que les clubs étrangers ne sont pas autorisés à payer la clause libératoire du contrat d'un footballeur durant la période protégée.

1.2.3 Clauses auxiliaires

Il est de plus en plus coutume lors d'un transfert, d'ajouter une part variable au montant de transfert forfaitaire. Ces compléments de rémunérations sont généralement conditionnés à la présence des joueurs au sein de l'effectif du club, ou à la réalisation de performances mais pas uniquement. Tour d'horizon des principales clauses pouvant être signées lors d'un transfert ayant un possible impact sur le montant ultime de la transaction.

- **Performance du club acheteur:** une clause peut adosser une somme supplémentaire à verser de la part du club acheteur en cas de qualification à une compétition européenne, ou a un bon résultat en championnat dans la ou les saisons qui suivent. Ces performances engendrant des entrées d'argent importantes, les clubs vendeurs s'assurent ainsi de pouvoir payer le montant total exigé de la part du club acheteur qui lui, prend un risque en cas de sous performance du club vendeur ; une prime de risque est donc inclus dans le montage financier global du transfert.
- **Performance du joueur:** une clause peut réclamer une somme additionnelle lorsque le joueur vendu parvient à inscrire X buts, ou joue un certain nombre de matchs avec la nouvelle équipe dans laquelle il a été transféré sur une ou plusieurs saisons.
- **Revente future du joueur:** le club vendeur, lorsqu'il considère que le joueur qu'il cède a une marge de progression peut proposer de faire signer au club vendeur une clause stipulant le partage de Z% de la future indemnité de transfert du joueur en cas de revente éventuelle. En général cette clause porte uniquement sur l'hypothétique plus-value liée à la revente du joueur.
- **Accord avec le joueur:** Un contrat joueur peut contenir un avenant stipulant que le joueur percevra une somme correspondant à X% du montant du rachat de son contrat de travail par un autre club professionnel, agréementée par exemple d'une base minimum de la vente du « joueur » de Y m€ (conditionnant ainsi à un certain niveau de performance afin de bénéficier de cette part variable). Cet éventuel partage du montant de la vente peut être également conditionné au fait que le club reste en première division.

Pour exemple, l'OL groupe s'était engagé dans ce cadre à verser jusqu'à plus de 30m€ à fin juin 2010 (dont 12m€ à moins d'un an) conditionnellement à la réalisation des modalités souscrites, contre seulement 11m€ (6,7m€ à moins d'un an) d'engagements de ce type en sa faveur.

Variabilité: Les montages financiers associés à certains transferts mènent à la complexité de modélisation de la valeur d'un joueur, dans le sens où le montant final du transfert peut varier au cours du temps et n'est parfois connu à l'ultime qu'après plusieurs saisons.

Cependant il faut relativiser cette partie variable, car elle ne concerne qu'une fraction limitée des transferts. En effet elle est souvent liée à une éventuelle « surperformance » du joueur transféré ou du club acheteur ; encore faut-il que le club acheteur ou le joueur en question est un tel standing afin d'inclure une telle clause. De plus cette part variable reste très limitée au regard de la somme forfaitaire fixe.

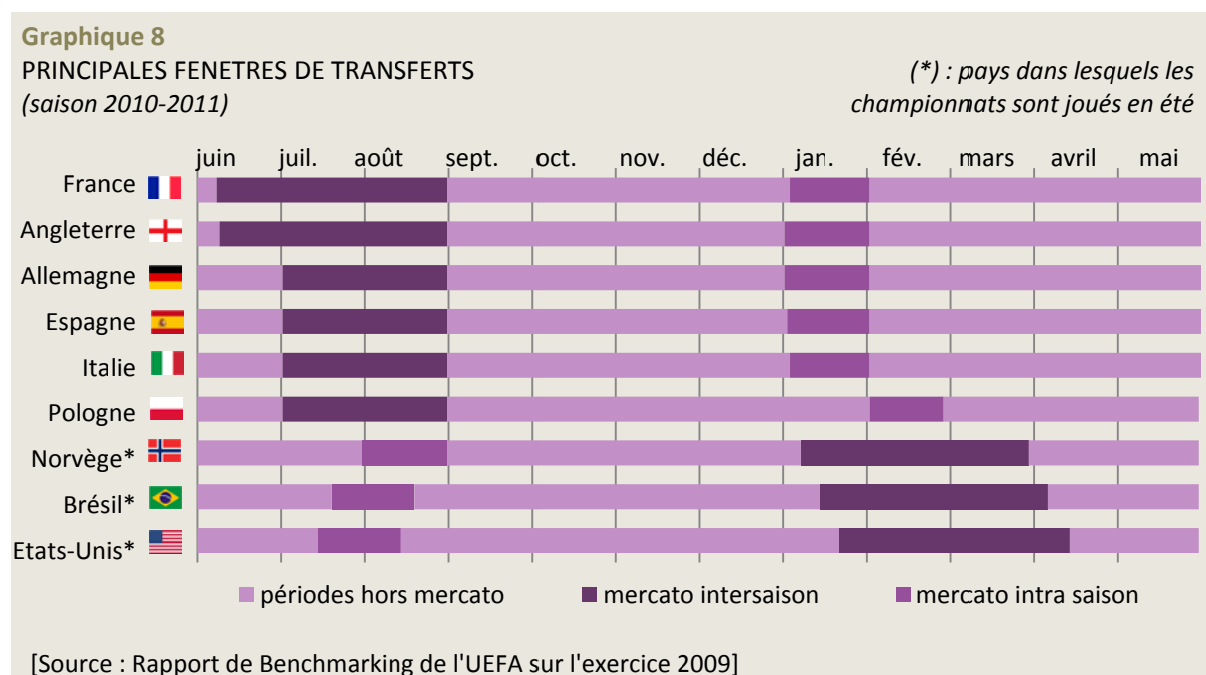
Comptabilisation: La valeur comptable d'un joueur peut ainsi être diminuée par diverses clauses, qui obligent le club vendeur à partager, suivant certaines conditions, l'indemnité de transfert du joueur au moment de sa vente. Dans le cas contraire, un club peut percevoir des revenus liés à un ancien joueur plusieurs saisons après avoir réalisé son transfert.

Ces clauses sont généralement comptabilisées en engagements hors bilan.

1.2.4 Périodes de *mercato*

Le *mercato* est défini comme étant une période durant laquelle les transferts de joueurs, d'un club à un autre, peuvent être réalisés. C'est exclusivement durant ce laps de temps que les clubs sont autorisés à recruter et à procéder à des transferts ; au-delà, il est impossible de renouveler son effectif (exception joker).

Le règlement de la FIFA instaure de manière générale deux fenêtres des transferts: une plus longue (douze semaines maximum) durant l'intersaison et une plus courte (au maximum un mois) au milieu de la saison. Les périodes sont spécifiques à chaque pays dépendent du cycle saisonnier de la ligue (saison en hiver ou en été) et sont déterminées par les autorités nationales du football.



La fenêtre de transfert d'une association de football ne régit que les transferts visant à l'enregistrement d'un joueur dans cette dernière. Les transferts internationaux de joueurs quittant une association dont la période de *mercato* n'est pas ouverte vers d'autres associations dont la fenêtre des transferts est ouverte sont possibles (pour exemple, l'arrivée de David BECKHAM au Milan AC, en provenance des Los Angeles Galaxy, le 7 janvier 2009 alors que la première fenêtre des transferts débute le 21 janvier en *Major League Soccer*).

De plus ces périodes réglementées n'empêchent pas les négociations qui peuvent avoir lieu en amont de celles-ci. Si des accords sont parfois trouvés hors période de *mercato*, leur officialisation attend souvent la date officielle d'ouverture du marché voire la date d'arrivée physique du joueur, notamment en raison de la traditionnelle visite médicale de ce dernier.

Contrainte : Les transferts de joueurs ne peuvent pas s'effectuer à tout moment, cependant le fait d'avoir une seconde fenêtre des transferts à la mi-saison donne l'occasion aux clubs de réajuster leurs effectifs et d'accroître ainsi le nombre de mutations. Michel PLATINI, président de l'UEFA, a déjà songé néanmoins à supprimer cette seconde fenêtre des transferts, par souci d'équité.

1.2.5 Copropriété et tierce-propriété

La copropriété est un système dans lequel deux clubs de football sont propriétaires conjointement du contrat d'un joueur, même si le joueur n'est enregistré à jouer que pour un seul club. Ce n'est pas un système universel, mais il est utilisé dans certains pays (Italie, Portugal, Argentine, Uruguay, etc.).

Ce phénomène qui est très couramment pratiqué en Italie, consiste pour un club A à céder l'intégralité des droits sportifs du joueur à un club B, tout en conservant une partie des droits économiques de ce dernier (en général 50%). Le club A espère ainsi que le joueur dont il n'a pas forcément l'utilité sportive pourra prendre de la valeur au sein du club B. De l'autre côté, le club B se peut se doter sportivement d'un joueur à moitié prix et dont la plus-value éventuelle sur la(les) saison(s) à venir lui sera bénéfique (au contraire d'un prêt sans option d'achat).

Au 30 juin 2012, 299 joueurs de Série A⁹ étaient en situation de copropriété, soit plus de la moitié des joueurs évoluant en première division italienne. Ce schéma capitalistique est notamment utilisé par les meilleurs clubs du pays (Genoa, Inter, Juventus, etc.) afin de mettre une option sur des jeunes joueurs de talent, évoluant souvent encore à l'étage inférieur. Ils leurs permettent ainsi de continuer à progresser dans leur équipe actuelle et ont ensuite la possibilité les récupérer « à moitié prix » lorsqu'ils deviennent aguerris et que leur valeur marchande a été revue à la hausse.

Ce type de contrat est régulé par l'article 102 bis du règlement interne de la *Federazione Italiana Giuoco Calcio* (Fédération Italienne de Football), qui prévoit notamment que le contrat a une durée annuelle : le contrat économique entre le club cédant et le joueur doit donc avoir une durée minimale de deux ans. Au bout de cette période, les deux clubs doivent décider de renouveler ou de résilier le contrat (rachat par l'un des clubs de la part économique de l'autre). Si aucun des deux clubs ne soumet d'offre, ou si celles-ci sont d'égale valeur, alors la copropriété est prolongée d'une saison dans le club où le joueur évolue déjà.

Ce type d'opération diffère de la tierce-propriété, en cela que dans ce second format de propriété, le contrat du joueur est détenu par une entité « non-footballistique », telle qu'une société de gestion.

La participation d'investisseurs dans la propriété des droits économiques de joueurs de football est une pratique courante en Amérique du Sud, notamment au Brésil et en Argentine où de nombreux clubs sont insolvables ou financièrement limités. Ces investisseurs achètent des actions dans les droits économiques des jeunes joueurs puis couvrent les coûts de formation et d'hébergement. En retour, ils tarifient la pige de leur protégé dans les clubs dans lequel il va évoluer puis ils percevront un pourcentage de l'indemnité de transfert future du joueur lorsqu'ils souhaiteront s'en séparer (à hauteur de leur part dans les droits économiques du joueur).

Le cas le plus connu est celui de Carlos TEVEZ, attaquant international argentin, évoluant aujourd'hui à Manchester City et qui a joué pour les meilleurs clubs européens à qui il n'a jamais appartenu (cf. annexe 6).

Ce phénomène de tierce-propriété est proscrit dans la majorité des pays européens, mais commence en revanche à se répandre en Espagne. Il concerne des joueurs confirmés dont les droits

⁹ Source : <http://www.legaseriea.it>

économiques sont rachetés puis les services sportifs loués à des clubs espagnols surendettés et qui n'ont plus les moyens d'acheter des joueurs de ce calibre (cf. annexe 2).

Ces nouveaux investisseurs tendent à rendre le marché des contrats joueurs plus liquide, mais sont contraires à la régulation. En effet, la FIFA a rappelé en janvier 2013 que l'article 18bis du règlement du Statut des Transferts des joueurs FIFA qu'« aucun club ne peut signer de contrat permettant à une quelconque autre partie ou à des tiers d'acquérir dans le cadre de travail ou de transferts, la capacité d'influer sur l'indépendance ou la politique du club ou encore sur les performances de ses équipes. » ; ces dispositions étant « contraignantes au niveau national et devant être incluses sans modification dans le règlement de l'association. »

C'est pourquoi, la FIFA a décidé depuis, de se pencher sur les approches et pratiques réglementaires au niveau national concernant la propriété des droits économiques par des tiers.

Comptabilisation : Les contrats de joueurs en copropriété qui ne jouent pas pour le club sont comptabilisés dans le poste *Investments held for sale* (investissements destinés à la vente) à hauteur du prorata des droits commerciaux détenus sur le joueur.

La tierce-propriété, décriée, revient à une mutation temporaire généralement payante pour le club qui souhaite faire évoluer le joueur dans son équipe ; le contrat de location du joueur pourrait alors être valorisé s'il porte sur plusieurs saisons afin de matérialiser le droit d'utilisation de l'actif joueur en échange d'un paiement ou d'une série de paiements ; mais le contrat de joueur ne semble pas rentrer dans l'un des champs d'application de la norme IAS 17, prévu à cet effet. De plus la prévision des bénéfices liés à l'utilisation seule du joueur prêté est difficilement quantifiable.

Conclusion partielle : Les conditions de marché sont diverses suivant que l'on soit un club français, espagnol, anglais, allemand ou italien ; cependant elles restent globalement très homogènes, hormis en Italie où la copropriété est une pratique centrale, contrairement aux autres championnats européens où elle n'est pas ou très marginalement utilisée (Portugal).

Concernant les contrats joueurs, ils peuvent parfois s'avérer complexes, traduisant la singularité du joueur auquel il est rattaché. Cependant la majorité des transactions restent relativement standard.

2 Fair-play financier : vers une régulation du marché

Avec la forte augmentation des salaires et des indemnités de transfert au cours des dernières années, certains clubs se sont endettés parfois lourdement pour rester compétitifs d'un point de vue sportif. Aujourd'hui, plus de la moitié des clubs professionnels de football européens sont dans le rouge. Les 732 qui évoluent en première division affichaient une dette globale de près de 15 milliards d'euros à l'issue de la saison 2011-2012, dont deux tiers cumulés par les seuls championnats espagnols et anglais. Certains clubs en Europe ont déjà été contraints de déposer le bilan (Porsmouth FC, Rangers FC, Servette FC) avec une relégation sportive administrative au niveau amateur à la clef.

Partant de ce constat de crise financière, attribué selon Michel PLATINI à un « libéralisme débridé » dans le monde du football professionnel ; l'UEFA a posé les bases d'un mécanisme de régulation des finances des clubs étant amenés à participer à une des deux compétitions européennes (Ligue des Champions & Ligue Europa). Ce dispositif, nommé fair-play financier, est entré en vigueur au début de la saison 2014-2015 et a pour principe que chaque club ne doit pas dépenser plus que ses moyens.

L'objectif numéro un du fair-play financier est d'une part de favoriser l'équité dans les compétitions européennes de clubs, et d'autre part de garantir la stabilité financière à long terme des clubs en Europe.

Nous verrons comment se matérialise concrètement cette nouvelle réforme et quels impacts elle pourrait avoir sur le marché des contrats joueurs ; mais dans un premier temps nous allons décrypter ce qui se fait actuellement en terme de régulation financière aux Etats-Unis et en Europe.

2.1 Régulation actuelle

2.1.1 Le *salary cap* américain

Afin de maintenir les coûts d'ensemble à un niveau « raisonnable » et d'assurer la parité entre les équipes, des restrictions sur les salaires imposées dans le sport américain. Les ligues américaines ayant adopté ce système sont également persuadées que sans cette régulation, les clubs les plus riches accumuleraient les joueurs les plus talentueux et que cela affecterait la qualité du « sport spectacle » qu'ils sont amenés à vendre (à l'image de la *Liga* espagnole outrageusement co-dominé par le FC Barcelone et le Real Madrid).

Focus sur les usages financiers de la Major League Soccer (MLS), le championnat de *soccer*¹⁰ américain : aux Etats-Unis, chaque club jouant en MLS est contraint à ce que sa masse salariale ne dépasse pas un certain seuil, appelé *salary cap*. En 2009, ce dernier s'élevait à \$2,3 millions pour un effectif de 23 joueurs (soit environ \$8 333 mensuels par joueur). Depuis il a été réévalué à \$2,55 millions, avec 5% d'augmentation annuelle jusqu'en 2014.

En 2007, lorsque le club LA Galaxy souhaitait enrôler David Beckham dont le salaire annuel est estimé à \$6,5 millions ; la MLS afin de faciliter cette arrivée, a créé la règle du joueur désigné, dite "*Beckham rule*" : chaque équipe a le droit de posséder au maximum deux joueurs désignés dont le salaire n'est pas limité et n'entre pas dans le calcul du *salary cap*.

Application utopique au niveau européen : un tel *salary cap* commun à tous les membres de l'UEFA ne peut être mis en place car il existe trop de disparités entre les moyens des différents clubs au niveau européen et au sein même des championnats domestiques. *Premier League 2012-2013 : le plus gros budget est de £200 (Manchester City), tandis que celui de Wigan et Swansea, plus petits budgets de division 1 en Angleterre, est de £34M, soit presque six fois inférieur.*

Cependant l'idée avait été évoquée au début des années 2000 par le G-14 (association des 18 meilleurs clubs au européens) d'instaurer un *salary cap*, fonction du niveau de revenu. Ce dernier avait pour principe de limiter le niveau de salaire à un certain pourcentage du chiffre d'affaire généré par chaque club. Déjà à l'époque cela avait pour but d'enrayer la spirale de hausse des salaires qui faisait alors déjà craindre la faillite de certains clubs.

Le G-14 n'ayant aucun pouvoir de régulation, ce concept de coûts contrôlés avait uniquement été recommandé comme « best-practice ». Dix années après et faute de n'avoir pas mis en application cette pratique, l'UEFA se lance dans une réforme qui s'en rapproche fortement.

¹⁰ Terme américain pour qualifier le football

2.1.2 La DNCG française

La Direction Nationale du Contrôle de Gestion (DNCG), actuellement présidée depuis plusieurs années par Richard OLIVIER, contrôle chaque saison la situation juridique et financière des clubs professionnels de Ligue 1 et de Ligue 2. Ce contrôle s'exerce en toute indépendance dans le cadre de la mission qui lui a été confiée par la loi du 16 juillet 1984 modifiée, ainsi que par les règlements de la Fédération Française de Football et de la Ligue de Football Professionnel.

Dans son rôle de contrôle des clubs professionnels, la DNCG a pour principal objectif d'assurer la pérennité et l'équité des compétitions, en vérifiant notamment que les investissements sportifs de chaque club n'excède pas ses capacités financières. Cette appréciation se fait à partir des données financières, historiques et prévisionnelles, communiquées par les clubs.

La DNCG n'a pas pour mission d'auditer les comptes des clubs au sens où peut le faire un commissaire aux comptes. Sa mission principale est de contrôler la viabilité du projet économico-sportif de chaque club à partir des données comptables actuelles et du business plan à un an fournis par les entités financières des clubs professionnels. En ce titre elle s'intéresse à la sincérité des informations et la faisabilité des projections qui lui sont fournies.

Après examens de la situation des clubs, et en fonction de la santé financière de ces derniers, la DNCG a le pouvoir d'appliquer des sanctions pouvant aller de l'interdiction totale ou partielle de recruter de nouveaux joueurs sous contrat à la rétrogradation sportive ou à l'exclusion des compétitions. Cela avait été le cas en 2010 du Racing club de Strasbourg. Le club alsacien qui jouait encore en Ligue 1 deux ans auparavant et qui venait d'être relégué de L2 en National sur le plan sportif, avait alors été rétrogradé en CFA (4e division amateur) à cause de ses finances.

La DNCG, modèle en Europe : A l'exemple de l'UEFA qui a institué au niveau européen le fair-play financier dont les objectifs s'inspirent de ceux de la DNCG, la situation financière des clubs en Europe devrait justifier la création d'organismes similaires dans d'autres pays que la France dans un avenir rapproché.

Si la DNCG fait figure de modèle dans sa gestion du niveau d'endettement des clubs qu'elle contrôle ; il existe d'autres organes de contrôle et de gestion ailleurs qu'en France ; notamment en Allemagne, où la santé financière des clubs professionnels est bien meilleure que la moyenne européenne.

2.1.3 Procédures d'octroi de licence UEFA

La licence UEFA est la condition sine qua non de participation aux compétitions interclubs de l'UEFA. Elle est donc nécessaire aux clubs qui se sont qualifiés pour ces compétitions sur la base de leurs résultats sportifs ou par le biais du classement du fair-play de l'UEFA.

Chacune des fédérations nationales de football représente le bailleur des licences des clubs lui étant rattachés. De ce fait ce sont les fédérations qui gèrent ces procédures d'octroi, évaluant notamment la documentation soumise et déterminant ou non l'octroi des licences.

La procédure d'octroi à cette licence a pour principaux objectifs :

- D'adapter les infrastructures sportives des clubs de manière à mettre à la disposition des joueurs, des spectateurs et des médias des installations sûres, adaptées et bien équipées.
- De vérifier à ce que les clubs aient un niveau de management et d'organisation approprié à travers la constitution d'un staff suffisant et compétent et d'une division marquée des activités au sein du club.
- De s'assurer que le club respecte un certain nombre de critères sportifs : soutien de la formation des jeunes, suivi médical des joueurs, assurer l'esprit du fair-play sur et en dehors du terrain, etc.
- **De protéger les créanciers et s'assurer que les clubs s'acquittent de leurs dettes envers les joueurs, les administrations sociales et fiscales et les autres clubs dans les délais.**

Afin de remplir ce dernier, les clubs sont soumis de présenter leurs états financiers annuels audités ainsi que leurs états financiers intermédiaires pour la période soumise à un examen limité. De plus le candidat à la licence doit apporter la preuve qu'au 31 Mars précédent la saison de licence il ne présente aucun arriéré de paiement envers un autre club de football résultant d'activités de transfert, ou envers le personnel et les administrations sociales ou fiscales.

L'ensemble de ces données financières sont retraitées à travers un modèle standardisé de l'UEFA destiné à harmoniser les normes comptables qui diffèrent d'un pays à l'autre et afin de faciliter les comparaisons.

Une première analyse non approfondie des états financiers est conduite. Celle-ci se focalise sur deux indicateurs : la capacité à la poursuite d'exploitation et les fonds propres négatifs. Si le candidat à la licence se trouve en infraction de l'un ou l'autre des indicateurs, il doit soumettre en supplément des informations financières prévisionnelles afin de démontrer sa capacité à poursuivre l'exploitation jusqu'à la fin de la saison de licence. Ces données sont ensuite finement auditées et une décision est prise quant à la viabilité ou non du club à réaliser ces prévisions.

Le critère financier est prépondérant dans la décision finale d'octroi, puisque parmi les six clubs qui se sont vus refuser une licence européenne lors de la saison 2012-2013, quatre l'ont été consécutivement à leur situation financière précaire (Derry City (IRL), AEK Athènes (GRE), Neath FC (WAL) et Rangers FC (SCO)) tandis que les deux autres ont été suspendus de compétitions européennes suite à des impayés/retards de paiements (Györl ETO (HUN), transfert de Jarmo AHJUPERA) et Besiktas JK (TUR), taxes, salaires et transferts). En plus du refus de participation aux compétitions de l'UEFA, ces deux clubs ont écopés d'une amende conséquente¹¹.

Au total, 24 clubs se sont vus refuser une licence UEFA entre les exercices 2008-2009 et 2012-2013, quasi exclusivement pour raisons financières.

¹¹ Source : comptes rendus des sentences arbitrales

2.1.4 Compte-rendu de l'état financier du football européen

La collecte annuelle de ces informations financières a permis le développement de normes de comparaison entre clubs sur des critères financiers, sportifs, juridiques, administratifs et d'infrastructure. Depuis plus de cinq saisons, l'UEFA publie chaque année un rapport benchmark sur l'état du football européen relevant les points forts et les points faibles des finances du football interclubs européen.

Détérioration du schéma économique de rentabilité des clubs: Cette introspection permet notamment de voir que pour les quelques 700 clubs de première division, les salaires et les frais y relatifs se sont accrus de 38% entre 2007 et 2011, dépassant de loin la croissance des recettes, de 24% pendant la même période. Par ailleurs, les frais de personnel et les frais de transfert nets combinés ont augmenté, passant de 62% à 71% des recettes, alourdissant ainsi inévitablement les pertes des clubs (la balance des transferts étant négative, due en grande partie à un important flux de joueurs sud-américains vers les championnats européens).

Par conséquent, les pertes cumulées des clubs évoluant en Europe sont montées en flèche, passant de 600m€ en 2007 au chiffre record de 1,7 milliard d'euros en 2011, dont 388m€ liés à la perte d'exploitation (hors activité de transferts).

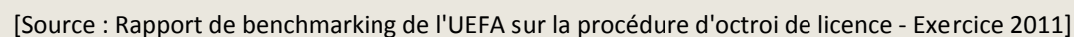
Endettement important: Selon l'UEFA, plus de la moitié des clubs européens de première division de football (55%) a déclaré un déficit net à l'issue de la saison 2011-2012 ; ces derniers voient donc leur dette augmentée. L'endettement total des clubs de première division est estimé à 7,7 milliards d'euros en 2011.

Compte tenu du contexte économique, nous constatons un affaiblissement général des bilans des clubs en Europe.

Marché des transfert en perte de vitesse: Le dernier rapport de l'UEFA indique que les dépenses de transfert des clubs de première division au cours des trois périodes de transfert entre Juin 2011 et Septembre 2012 ont été de 4,8 milliards d'euros ; soient de 14% inférieures au pic des dépenses de transfert de 5,6milliards d'euros enregistrés au cours des trois périodes été 2007, janvier 2008 et été 2008.

On découvre également dans le rapport, l'importance de l'activité de transfert pour près d'un tiers des équipes européennes, puisque la balance de cette dernière pèse pour plus de 10% du chiffre d'affaire (excluant les transferts) de 215 des 675 clubs analysés.

RESULTAT DE TRANSFERT NET EN 2011 (BALANCE DE L'ACTIVITE TRANSFERT)



Entrée en vigueur du fair-play financier : Le rapport de *benchmarking* contient une section entière consacrée à l'analyse de l'état des finances des clubs par rapport aux exigences liées au fair-play financier, qui sont entrées en vigueur depuis Juin 2014. Ce rapport évalue de la manière la plus globale et la plus complète possible la santé financière des clubs de football.

Page 43

2.2 Mesure phare de l'UEFA

Ce dispositif, en comparaison avec la procédure d'octroi de licence actuellement en vigueur, doit permettre de franchir un nouveau pas amenant à la création d'une véritable DNCG européenne. Les objectifs sont les suivants :

- introduire plus de discipline et de rationalité dans les finances des clubs de football.
- faire diminuer la pression exercée par les salaires et les transferts, et limiter l'inflation.
- amener les clubs à l'autofinancement en ne comptant que sur ses revenus.
- encourager les investissements sur le long terme dans le secteur de la jeunesse et des infrastructures.

La volonté finale étant de protéger la viabilité du football européen à long terme et de s'assurer que les clubs honorent leurs dettes en temps et en heure. Dans cette attente, une mesure centrale, jugée tangible et réaliste par l'UEFA a été introduite et est entrée pleinement en vigueur lors de la saison 2014-2015 : l'obligation pour les clubs, sur une période de trois ans d'équilibrer leurs livres de comptes. Selon ce concept, les clubs ne peuvent, de manière répétée, dépenser plus que les revenus qu'ils génèrent. En addition, l'UEFA a prévu d'interdire tout déficit supérieur à 5 millions d'euros par saison.

QUID DES MECENES DU FOOTBALL

De plus en plus de clubs de football appartiennent à de riches mécènes. Ces derniers, désireux de reconnaissance médiatique (QSI au PSG) ou par plaisir philanthropique (Roman ABRAMOVICH à Chelsea) n'hésitent pas à injecter des sommes considérables dans leur club pour attirer les meilleurs joueurs et staffs de la planète et ainsi espérer voir leur équipe briller.

Leurs apports constants en capital permettent à leur club de boucler l'exercice financier à l'équilibre, malgré des déficits d'exploitation colossaux : les dépenses de ces clubs, détenus par de richissimes investisseurs, excédant généralement largement les recettes générées, notamment en raison du poids abyssal de la masse salariale et de gros achats sur le marché des transferts joueurs.

Afin de rétablir le fair-play financier, l'UEFA a ainsi décidé de limiter le pouvoir d'investissement de ces mécènes du football : les actionnaires des clubs de football pourront toujours renflouer leur société sportive afin de réduire le déficit sous la barre des 5m€ réglementaire, mais dans une limite de 45m€ par saison d'ici à 2015-2016 puis 30m€ au-delà. Le but étant ici d'éviter que ces actionnaires aux moyens démesurés faussent totalement le jeu à l'avenir, en leur permettant cependant de réduire la voilure progressivement.

L'instance de football européen veut également ici protéger ces structures sportives, qui, si le richissime propriétaire décidait de se désinvestir du jour au lendemain, feraient face à un déficit structurel qui mènerait automatiquement au dépôt de bilan.

En plus de cette contrainte principale d'équilibre budgétaire, l'UEFA souhaite renforcer ses dispositions relatives à l'absence d'arriérés de paiement en introduisant une approche prospective, ne se limitant plus aux seules informations financières prévisionnelles minimales requises. La nouvelle méthode est basée sur les risques et recourt à une série d'indicateurs ainsi qu'à certains

ratios discrétionnaires supplémentaires pour permettre à l'instance de contrôle financier des clubs d'évaluer les risques et de remettre en contexte la performance en matière de fair-play financier.

Les indicateurs relèvent un caractère quasi-obligatoire et sont au nombre de quatre : ils matérialisent la capacité à poursuivre l'exploitation, la solvabilité du club (niveau des fonds propres), le résultat financier de l'exercice sur une ou deux saisons (profit ou perte) et la présence ou non d'arriérés de paiement. Tandis que les deux ratios ont un caractère recommandatoire. Il s'agit là d'observer le poids de la masse salariale dans par rapport aux recettes générées (en dessous ou non de 70%) et le ratio d'endettement traduisant la capacité du club à rembourser.

Practicité : En période de test, les premiers enseignements tombent concernant ces nouvelles dispositions : Selon Jean-Michel AULAS, président de l'Olympique Lyonnais, le principe et les normes comptables déjà acceptées sont très satisfaisants ; cependant il confie que des ajustements seraient nécessaires, selon la fiscalité des pays et la situation financière de chaque club : *«Il ne faut pas privilégier les clubs qui ont les charges sociales les moins lourdes et les droits télé les plus élevés, comme en Espagne.»*

Concernant les premiers résultats, ils montrent que si le fair-play financier avait été appliqué en 2011, plus de la moitié des clubs de première division aura franchi un ou plusieurs indicateurs (ce qui n'est pas réditore dans la procédure d'octroi de la licence mais mène une étude approfondie de la situation financière du club).

Tableau 6

ALGORITHME DU FAIR PLAY FINANCIER APPLIQUE AU CLUBS A L'ISSU DE L'EXERCICE 2011

Echantillon	Nombre de clubs	indicateurs dans le rouge				
		Poursuite de l'exploitation	Fonds propre négatifs	Résultat EF déficitaire pour 1 ou 2 ans	Arriérés de paiement	Franchissement d'un indicateur ou +
Clubs européens de 1 ^{ère} division	654 100%	90 14%	135 21%	190 29%	n/a n/a	407 62%
Clubs participant aux compétitions de l'UEFA	220 100%	33 15%	49 22%	83 38%	67 30%	139 63%

[Source : Rapport de benchmarking de l'UEFA sur la procédure d'octroi de licence - Exercice 2011]

Cependant ces chiffres de 2011 ne traduisent pas forcément le paysage actuel des clubs de 1^{ère} division par rapport aux exigences du fairplay financier. Les nouvelles dispositions n'ayant été applicables qu'à partir de juin 2014, la majorité des clubs ont commencé progressivement à adapter leur schéma d'exploitation, notamment à partir de la saison 2012-2013.

Cela se matérialise pour de nombreux clubs à travers une réduction significative de leur masse salariale, et une activité plus frileuse sur le marché des transferts, en privilégiant notamment l'essor de joueurs issus du centre de formation.

Assainissement des finances des clubs nécessaire à l'aube du fair-play financier : Au moment du lancement de l'application de la mesure, Michel PLATINI se réjouissait de voir les pertes des clubs européens divisées par deux depuis en deux ans. Cependant, plusieurs clubs ont été sanctionnés dès la première année du dispositif, tels que le Paris-Saint-Germain (amende).

Conclusion Parties I & II : Existant depuis la naissance du football professionnel à la fin du XIX^{ème} siècle, le marché des contrats joueurs a réellement pris son envol plus de cent ans plus tard consécutivement à la libéralisation du marché acté par l'arrêt BOSMAN (1995) conjointe à l'explosion des recettes des clubs liées aux droits d'image.

Dépendant aujourd'hui à plus de 50% des droits de retransmissions télévisées, les clubs de football européens, dès lors soumis au diktat médiatique, ont profité de cette nouvelle manne financière afin de chercher à être les plus attractifs possibles aux yeux des médias en cumulant les joueurs talentueux. Cette forte demande de talents, dans un marché saturé a engendré dès la fin des années 1990 une hausse des salaires des joueurs, mais aussi des indemnités de mutations partout en Europe. On ne retrouve ainsi logiquement les plus gros transferts de l'histoire que sur les 20 dernières années.

Parallèlement à la crise des dettes souveraines en Europe, de nombreux clubs ont dépensé au dessus de leurs moyens et se sont surendettés afin de permettre à leur équipe d'exister sur la scène sportive. Et alors que les recettes des clubs de football stagnent depuis quelques années, en corrélation avec la faible croissance des pays de la zone Euro, les déficits budgétaires de certains clubs se sont creusés de façon exponentielle obligeant parfois certains d'entre eux à déposer le bilan.

Afin d'éviter un krach systémique dans le monde du football, l'instance de régulation du football européen a, à l'image des secteurs bancaires et assurantiels, réagit en instaurant une nouvelle réforme réglementaire restreignant les clubs de football à ne pas dépenser plus que ce que les recettes qu'ils peuvent générer.

Le contexte économique européen et la mise en place de ce fair-play financier par l'UEFA ont d'ores et déjà incité les clubs à réduire leurs investissements en termes de transferts de joueurs, compte tenu de la nouvelle limitation du recours au crédit dans le football européen.

<i>Vision projective du marché des contrats joueurs suite à l'application du fair-play financier</i>		
Effets	Avantages	Inconvénients
solvabilité des clubs accrue	sécurisation des transactions	freins à l'investissement
dépendance à l'activité de transfert réduite	diminution de l'offre → hausse des prix	baisse du nombre de transactions
impact des mécènes du football fortement atténué	davantage de rationalité dans le montant des transactions	réduction du volume global des montants de transactions

A suivre: L'énumération en détail des principales caractéristiques du marché des contrats joueurs que nous venons de voir va nous permettre dans la partie qui suit de déterminer si ce secteur professionnel particulier à vocation ou non à entrer dans le champ d'application de la valorisation en juste valeur.

III Comptabilisation

Les normes comptables servent à poser les principes généraux que doivent respecter les états financiers d'une entreprise. Depuis 2005, toutes les sociétés cotées en Europe sont tenues de présenter leurs comptes consolidés selon les normes IFRS (Règlement n° 1606/2002). Ces normes sont édictées au niveau international par l'International Accounting Standards Board (IASB⁶).

Le *STOXX Europe Football Index* qui couvre l'ensemble des clubs listés en Europe regroupe actuellement 22 clubs de 10 pays différents, dont l'Olympique Lyonnais (FRA), la Juventus (ITA) ou encore le Borussia Dortmund (ALL). Certain clubs sont également cotés sur des marchés hors Europe, tel que Manchester United (ANG) dont l'action s'échange à Wall Street. De plus la rationalité financière que va apporter la règle du fairplay financier dans le football professionnel peut laisser imaginer que d'autres clubs vont s'ouvrir aux marchés boursiers. En France et dans de nombreux autres pays européens, les groupes non cotés peuvent aussi, au choix, opter pour les normes IFRS ou conserver les règles locales applicables aux comptes consolidés.

Décrite dans la littérature comptable comme la « pierre angulaire » des normes IFRS, la juste valeur représente le montant pour lequel un actif pourrait être échangé, ou un passif éteint, entre parties bien informées, consentantes, et agissant dans des conditions de concurrence normale. Cette méthode de valorisation contraste avec le principe général qui était jusque-là de valoriser un actif/passif à la valeur d'acquisition ou, en cas de perte de valeur, déprécier de la moins-value latente.

Les actifs contrats joueurs, qui représentaient au total 5 milliards d'euros¹² fin 2011 dans le bilan des clubs européens de première division sont actuellement valorisés au coût historique, y compris dans le patrimoine des clubs qui éditent leur états financiers en se basant sur les normes IFRS. Pour exemple, les données bilancielle des comptes consolidés de l'OL Groupe (selon les normes IFRS) montrent que les contrats joueurs représentent 39% du total des actifs du club rhodanien à l'issue de la saison 2011-2012.

Tableau 7

ACTIFS DU BILAN DE L'OL GROUPE
(en millions d'euros)

Catégories d'Actifs	30.06.2012		30.06.2011	
Contrats joueurs	62,4	39%	92,9	43%
Autres actifs et créances d'imôts	45,1	28%	54,2	25%
Impôts différés	10,6	7%	1,9	1%
Autres créances	23,4	14%	29,1	14%
Trésorerie	20,3	13%	36,3	17%
TOTAL	161,8	100%	214,4	100%

[Source : Document de Référence de l'OL Groupe - Exercice 2011/2012]

Au cours de cette même saison, la valeur de l'actif contrats joueurs a été diminuée de 30,5m€. Cette baisse est principalement liée à l'amortissement des investissements en contrats joueurs opérés au cours des saisons précédentes dont Yoann GOURCUFF, recruté 22m€ en juin 2010 pour 5 années.

¹² Source: Rapport de benchmarking de l'UEFA sur la procédure d'octroi de licence - Exercice 2011

Alors que la valeur de ces actifs est en réalité volatile et dépendante de multiples facteurs dont notamment les performances sportives du joueur sous-jacent, nous essaierons dans ce chapitre de comprendre pourquoi les contrats joueurs ne sont pas revalorisés en juste valeur. Nous tenterons ensuite de montrer la pertinence de la possibilité d'utiliser un modèle mathématique de réévaluation dont nous définirons les contours.

1 Définition du type d'actif

Dans son rapport « Accroître la compétitivité des clubs de football professionnel français », paru en Novembre 2008, Eric Besson alors secrétaire d'Etat chargé de la Prospective rappelle que les immobilisations, qui désignent le patrimoine des clubs dans leur comptabilité, sont principalement constituées d'immobilisations incorporelles (75%), constituées elles-mêmes à 97% par des contrats de joueurs (en France).

L'actif joueur compose par conséquent un des éléments essentiels du patrimoine des clubs professionnels alors même que ce dernier est inscrit dans un marché libéralisé. La comptabilisation des contrats joueurs est régie par la norme IAS 38, immobilisation incorporelle, norme s'apparentant à la norme IAS 16 immobilisations corporelles.

L'inscription du contrat joueur à l'actif du bilan représente une spécificité du sport professionnel, puisque dans nul autre domaine ne sont valorisés les salariés dans la comptabilité de l'entreprise.

1.1 Définition d'un actif

Un actif est un « élément identifiable du patrimoine ayant une valeur positive pour l'entité ».

Pour qu'une immobilisation puisse être inscrite à l'actif, deux conditions sont mises en évidence :

- l'entreprise doit bénéficier des avantages économiques futurs générés par l'immobilisation
- elle doit pouvoir évaluer le coût de l'immobilisation avec une fiabilité suffisante.

L'inscription des contrats de joueurs à l'actif de l'entreprise de sport professionnel est donc admise du fait qu'il est probable que la présence du joueur générera des avantages économiques futurs et que le montant affecté peut être évalué avec une fiabilité suffisante. Dans les faits, les clubs amortissent le prix d'achat du droit au contrat sur le joueur sur la durée du contrat de travail signé. Si l'on prend l'exemple d'un joueur acheté 20m€ et qui signe un contrat de 5 ans, le club amortira 4m€ par saison.

1.2 Définition d'une immobilisation incorporelle

La norme IAS 38 définit une immobilisation incorporelle comme « un actif non monétaire identifiable sans substance physique » (trois critères devant être réunis pour que la norme puisse s'appliquer)

Une immobilisation incorporelle est identifiable si elle est séparable des activités de l'entité, c'est-à-dire susceptible d'être vendue, transférée, louée ou échangée de manière isolée ou avec un contrat, un autre actif ou passif ; ou résulte d'un droit légal ou contractuel même si ce droit n'est pas transférable ou séparable de l'entité ou des autres droits et obligations ".

En ce qui concerne l'identification et la reconnaissance de certaines compétences du personnel, l'IAS 38 indique qu'il est peu probable qu'un talent spécifique en matière de technique puisse satisfaire à la définition d'immobilisations incorporelles, à moins que ce talent ne soit protégé par des droits permettant son utilisation et l'obtention des avantages économiques futurs attendus de ce talent.

Le versement d'une indemnité de transfert constitue l'acquisition d'un droit contractuel contrôlé dont le club acquéreur bénéficiera des avantages économiques futurs (importance du joueur dans les résultats sportifs de l'équipe, recettes merchandising liées à l'image du joueur, contribution à l'acquisition de nouveaux sponsors, influence sur l'attractivité des spectateurs, etc.). De ce fait les contrats joueurs des sportifs professionnels remplissent cette condition.

Cela implique que, dans le cadre des normes IAS/IFRS, les droits concernés constituent bien une immobilisation incorporelle ; c'est également la conclusion de la Commission française des Normes Comptables (CNC) dans son avis du 10 Novembre 2010. Sur la base des arguments précités, la Commission estime pouvoir conclure que l'indemnité payée pour l'acquisition des droits exclusifs aux prestations sportives d'un joueur, peut être portée sous les immobilisations incorporelles.

Valorisation d'un actif immatériel: Un club de football, comme n'importe quelle entreprise obéit aux règles économiques et comptables. Les joueurs sous contrat avec le club constituant un investissement en ressources humaines et ces contrats répondant bien aux définitions d'actifs incorporels, ils doivent être inscrits au bilan du club comme tels.

Les actifs incorporels, comme tout autre actif représente un élément contrôlé, potentiellement porteur d'avantages économiques futurs pour l'entreprise. Cependant cette catégorie d'actif spécifique qui regroupe les actifs immatériels tels que les brevets, les licences, les dépenses en R&D... pose problème au regard de leur valorisation comptable. Généralement initialement évaluée au montant du coût de sa production, la valeur de l'actif incorporel est soumise à manipulation selon les intérêts de la société dans le cadre de leur détention.

Les actifs incorporels, souvent appelés actifs de la connaissance peuvent demander des années de travail pour parfois n'aboutir à aucun résultat. C'est le cas de la recherche des investissements en R&D : souvent très coûteux au départ alors qu'ils n'apportent aucune certitude de rentabilité futur ; ils peuvent, si ils amènent à un progrès, apporter une source de revenu très importante à l'entreprise.

L'investissement humain, au cœur de notre sujet, porte sur des dépenses en formation ou sur l'embauche onéreuse de personnel hautement qualifié et très spécifique. Les coûts n'étant pas toujours individualisables (cas de la formation) et les revenus incertains (méforme, blessure), nous retrouvons les problématiques propres aux investissements

2 Méthodes de comptabilisation d'un transfert à caractère définitif

Le CNC indique que les indemnités de transfert doivent faire l'objet d'une évaluation distincte à la valeur d'acquisition (prix d'achat et frais accessoires qui comprennent par exemple les indemnités à la formation) et sera portée au bilan pour cette même valeur, déduction faite des amortissements y afférents. Cette façon de procéder permettant selon la commission de faire correspondre, conformément au principe comptable de rapprochement, les frais résultant du paiement de l'indemnité de transfert et les produits futurs que les joueurs sont appelés à générer.

Les amortissements sont définis lors de la détermination de la durée du contrat et ne peuvent dépendre du résultat de l'exercice. Ce procédé ne prend donc pas en compte la possibilité de prolongation du contrat du joueur ; la valeur comptable du joueur lors de la période prolongée se limitant aux frais additionnels engagés lors de la prolongation (prime de signature versée au joueur).

Concernant l'éventuelle partie variable du prix du transfert (due uniquement si une série de critères sont remplis), il est mentionné que l'indemnité additionnelle sera traitée comme une immobilisation acquise pour un prix variable dépendant du bénéfice ultérieur du cessionnaire. Dès lors que cette indemnité sera certaine, il s'agira d'une partie additionnelle du prix d'acquisition, amortie sur la durée restante du contrat.

Provisions pour dépréciation éventuelles: il est mentionné qu'il sera procédé à des amortissements complémentaires ou exceptionnels lorsque, en raison de blessures, rupture du contrat, maladie ou accident, la valeur comptable des indemnités de transfert inscrites à l'actif dépasse leur valeur d'utilisation pour la société : par exemple en cas de décès du joueur ou lorsqu'un certificat médical démontre que le joueur concerné ne peut plus jouer à un niveau professionnel.

Transition: Alors qu'elle reconnaît que les contrats joueurs entrent dans le champ d'application des nouvelles normes internationales, la pratique actuelle de comptabilisation de ces actifs variables reste d'une prudence archaïque.

En se basant sur le coût historique déprécié progressivement sur la durée du contrat, la méthode de comptabilisation actuelle, écarte le modèle de réévaluation, seconde option d'évaluation des immobilisations incorporelles (IAS 38).

D'après la norme IAS 38, la valorisation initiale, lorsque le joueur est transféré, se fait au coût de la transaction (indemnité de transfert). Ensuite, afin de procéder à l'évolution après comptabilisation (sur la durée du contrat joueur), une entité peut choisir comme sa méthode comptable, soit le modèle du coût, soit le modèle de la réévaluation ; le montant réévalué correspondant à la juste valeur de l'actif à la date de la réévaluation, diminuée du cumul des amortissements ultérieurs et du cumul des pertes de valeurs ultérieures.

Pour les réévaluations effectuées selon IAS 38, la juste valeur doit être déterminée par référence à un marché actif. Les réévaluations doivent être effectuées avec une régularité suffisante pour qu'à la date de clôture, la valeur comptable de l'actif ne diffère pas de façon significative de sa juste valeur.

2.1 Définition de la juste valeur

La juste valeur est définie par les normes IFRS comme étant « le montant pour lequel un actif pourrait être échangé, ou un passif éteint, entre des parties bien informées et consentantes dans le cadre d'une transaction effectuée dans des conditions de concurrence normale ».

L'IASB précise dans ce sens que, si un élément fait l'objet d'un marché actif, son prix sur ce marché constitue la meilleure estimation possible de sa juste valeur (*mark-to-market*). S'il n'existe pas de marché actif, soit parce que les transactions sont peu nombreuses, soit parce que les actifs sont trop spécifiques, l'estimation de la juste valeur nécessite l'utilisation d'un modèle d'évaluation reconnu (*mark-to-model*).

Utilisé le plus souvent pour des positions complexes et pour lesquels il n'y a pas de marché liquide, le *mark-to-model* consiste à valoriser une position sur la base d'un modèle financier et donc d'hypothèses formulées par l'évaluateur. Il s'agit en l'occurrence de mettre en œuvre des modèles mathématiques basés sur des formules de calcul, alimentées par des données de marché.

La pratique subjective du *mark-to-model* permet de contourner la contrainte de liquidité du marché nécessaire à une valorisation objective en *mark-to market*. La juste valeur dépendant de la précision du modèle utilisé pour son estimation, les aspects qualitatif et quantitatif des données disponibles sur le marché sont primordiaux. De plus en plus répandue, cette méthode de valorisation est notamment utilisée pour la valorisation d'instruments financiers négociés gré à gré du fait de leur sophistication.

Comparaison: L'usage élargi de la juste valeur au détriment du coût historique bouscule le principe de prudence. En effet, alors que dans un modèle au coût historique, seules les moins-values latentes sont prises en compte, dans un modèle de juste valeur les plus-values latentes sont reconnues et comptabilisées au même titre que les moins-values.

À l'heure actuelle, les normes IFRS s'appuient sur un modèle hybride utilisant parfois la juste valeur et parfois le coût historique et, ce faisant, limitent les incidences potentielles d'un modèle d'évaluation en juste valeur.

2.2 Critères d'application de la juste valeur

Un *marché actif* est un marché pour lequel sont réunies toutes les conditions suivantes :

- Les éléments négociés sur ce marché sont homogènes
- On peut normalement trouver à tout moment des acheteurs et des vendeurs consentants
- Les prix sont mis à la disposition du public

Or le marché de contrats de joueurs ne remplit pas ces conditions : les actifs sont uniques (contrats négociés individuellement et transactions relativement peu fréquentes), il existe des périodes délimitées de *mercato* et les montants des transferts sont rarement révélés au public. Le marché des contrats joueurs est peu liquide et c'est notamment pourquoi les clubs comptabilisent actuellement leurs contrats au coût historique amorti (amortissement linéaire sur la durée du contrat).

Les conditions de marché *actif* n'étant pas respectées, la comptabilisation en juste valeur des contrats joueurs ne peut donc passer que par l'élaboration d'un modèle mathématique pouvant être basé soit sur l'évaluation de flux de trésorerie futurs dont les hypothèses sont internes à l'entreprise ou soit sur les valeurs de marché lissées sur une période suffisante.

Ces modèles, qui introduisent une part de subjectivité dans le choix des paramètres de modélisation, sont largement utilisés depuis août 2007 par les institutions financières pour leurs produits structurés.

Introduction d'un modèle mathématique : L'idée de modéliser à travers un algorithme la juste valeur de ces contrats joueurs n'est pas anodine, puisque l'on a vu que cette dernière devait s'expliquée raisonnablement par plusieurs facteurs (poste, palmarès, expérience, etc..). Cependant cette modélisation basée sur l'historique des données du marché n'a de sens que si le marché en question est a minima rationnel.

2.3 Conséquences du modèle de la réévaluation

Au niveau comptable, si la valeur d'une immobilisation incorporelle augmente à la suite d'une réévaluation, l'augmentation doit être créditée directement en capitaux propres sous la rubrique "écarts de réévaluation". Toutefois, l'augmentation doit être comptabilisée en résultat dans la mesure où elle compense une diminution de réévaluation du même actif, précédemment comptabilisée en résultat. De la même façon, lorsqu'à la suite d'une réévaluation, la valeur comptable d'une immobilisation incorporelle diminue, cette diminution doit être comptabilisée en résultat, hormis dans la mesure où l'écart de réévaluation présente un solde créditeur au titre de ce même actif ; dans ce cas il y a diminution de cette rubrique dans les capitaux propres.

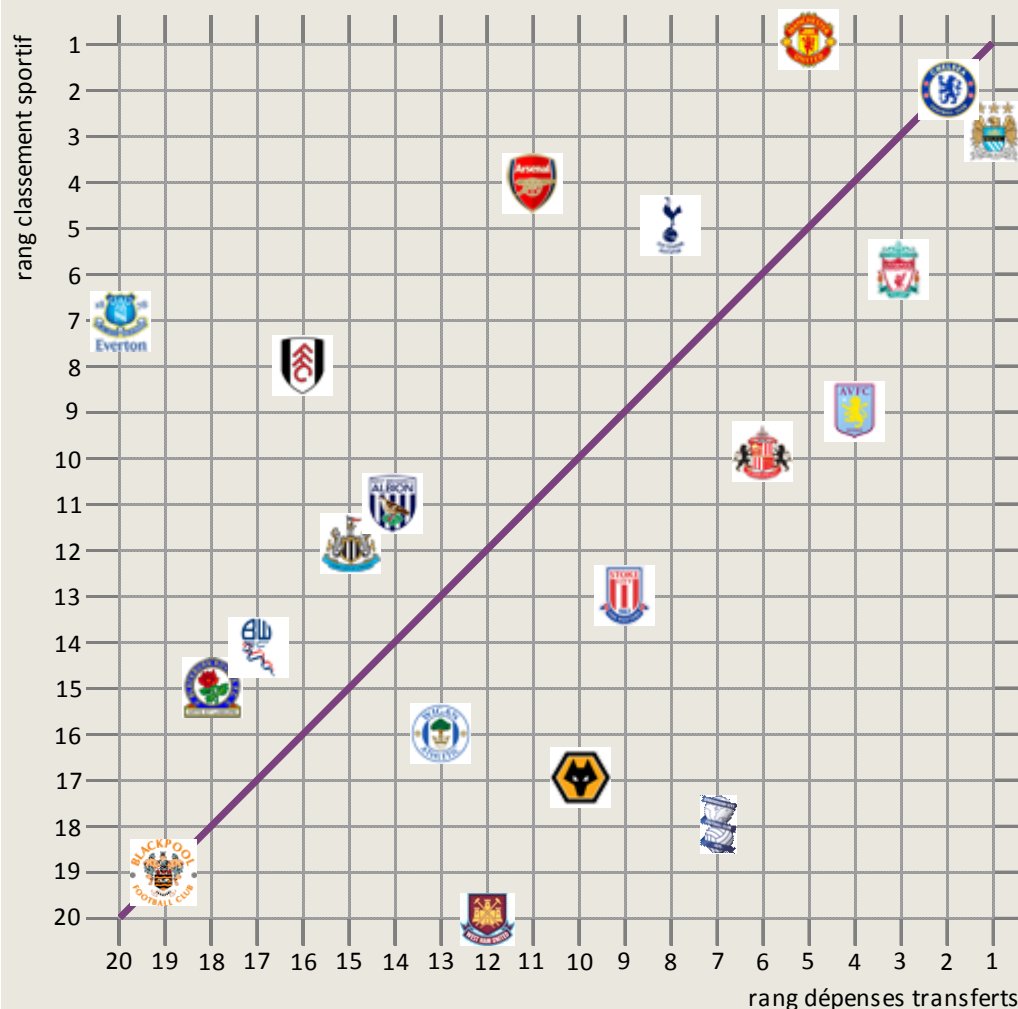
Nous pouvons imaginer une fréquence de réévaluation des actifs contrats joueurs des clubs biannuelle, à la suite des deux fenêtres de transfert, estivale et hivernale, au cours desquelles les contrats joueurs sont négociés.

2.4 Rationalité du marché des contrats joueurs

Nous avons vu dans la première partie que le marché des contrats joueurs était encadré et régulé de manière efficiente et appropriée par les associations qui le régissent. En revanche il est souvent difficile de justifier les sommes folles dépensées pour l'achat de certain joueurs, parfois déconnectées par rapport aux retours qu'un club peut en attendre pour que l'argent investi soit rentabilisé. Avec la mise en place du fairplay financier et la réduction significative du pouvoir financier des richissimes philanthropes du football qui procèdent massivement au sur-achat de joueurs talentueux, l'UEFA espère une optimisation du marché des contrats joueurs, avec des indemnités de transferts qui devraient mieux correspondre au réel apport du joueur sur un plan sportif et donc économique.

Graphique 10

CORRELATION ENTRE LE CLASSEMENT DU CHAMPIONNAT ET LES DEPENSES TRANSFERTS
(Premier League, saison 2010-2011)



[Source : www.transfermarkt.de]

Autre élément de rationalité, l'histoire du football professionnel a montré que globalement le niveau d'investissement des clubs dans l'achat de joueurs est corrélé aux performances futures de ces mêmes clubs.

Le graphique ci-dessus montre qu'en 2010-2011, les trois équipes anglaises qui ont terminé sur le podium de Premier League faisaient partie du top 4 des clubs qui avaient le plus investi sur le marché estival des transferts, précédant la saison en question, tandis que 7 des 10 derniers clubs au classement sportif avaient investi moins que la moitié des 20 clubs en compétition. Cette statistique devrait garantir un certain volume de transferts par saison afin de répondre au niveau de compétitivité recherché par chaque club; le maintien d'un niveau de transaction important contribuant à l'accroissement de la négociabilité (la liquidité) des actifs.

Enfin le rôle prépondérant des médias dans ce secteur conduit à un niveau certain de transparence. Les montants dépensés sur le marché, lorsqu'ils ne sont pas officiellement communiqués par les clubs eux-mêmes arrivent généralement d'un moyen ou d'un autre à filtrer. De plus, compte tenu de la couverture télévisuelle intense et des nombreux articles que génèrent le football professionnel, la

qualité footballistique, la notoriété et le palmarès de chaque joueur sont visibles aux yeux de tous. L'ensemble des acteurs disposent ainsi d'un niveau d'information important sur le marché ; condition sine qua non pour l'efficacité d'un marché d'après George AKERLOF, lauréat du prix Nobel 2001 d'économie pour ses études conjointes sur les asymétries d'information.

IMPACT DE L'ASYMETRIE D'INFORMATION SUR UN MARCHÉ

Lorsque les acteurs ne disposent pas de la même information sur le marché l'impact des asymétries d'information sur le marché provoque un problème de sélection adverse et empêche certains marchés de fonctionner de façon efficace.

Dans un célèbre article de 1970, l'économiste George AKERLOF a utilisé l'exemple des voitures d'occasion afin d'étudier les conséquences de l'asymétrie de l'information entre acheteurs et vendeurs sur les échanges. Certaines informations sur la qualité des voitures en vente ne sont connues que du vendeur.

L'économiste américain suppose que les acheteurs ne font pas la différence entre les bonnes et les mauvaises occasions et ne sont donc pas prêts à payer plus qu'un prix correspondant à une qualité moyenne. De ce fait il conclut que les vendeurs de bonnes voitures d'occasion vont se retirer du marché, ne souhaitant pas vendre leur produit de meilleure qualité à un prix sous-évalué. Par conséquence, le marché ne comptera plus que mauvais produits et par un phénomène d'anti-sélection rationné finira par disparaître.

Le prix d'un actif négocié change constamment à mesure que les marchés analysent et fournissent de nouvelles informations sur les perspectives d'avenir de cet actif. Les performances court-terme des joueurs font ainsi varier régulièrement leur valeur sur le marché, d'où la nécessité d'une approche de comptabilisation en juste valeur.

Un marché a priori rationnel: le dynamisme du marché des contrats joueurs est lié à la volonté des clubs de renouveler leurs effectifs dans une logique de compétitivité sportive.

Le fort niveau d'information des clubs à travers la couverture médiatique immense dont profite le football ainsi que le travail de recruteurs professionnels engagés au sein du staff, permettent de réduire le risque lié à l'asymétrie d'information (achat de joueurs surcotés).

De ce fait, malgré le caractère incertain du talent d'un joueur de foot, nous pouvons estimer que les montants échangés sur ce marché sont rationnels et répondent à une logique de rentabilité (hormis les sommes astronomiques dépensées par les propriétaires philanthropes).

Conclusion partielle: Compte-tenu du degré d'incertitude autour des flux ultérieurs rattachés au joueur, la politique de prudence qui régit la comptabilité en place est de ne pas évaluer un contrat joueur à une plus forte valeur que le coût engagé lors de la signature de ce dernier, amorti sur la durée du contrat.

De plus, afin de prendre en compte le risque de non-retour sur investissement ces montants comptabilisés peuvent être dévalorisés en cas de blessure importante du joueur sous-jacent.

En revanche la valorisation en juste valeur, qui permet d'apprécier la valeur d'un actif à sa valeur de marché (à la hausse comme à la baisse) nécessite un cadre rationnel et une méthode d'évaluation pertinente et raisonnable, dans le but d'éviter des écarts d'évaluation par rapport à la situation réelle du marché. L'utilisation d'un modèle mathématique de réévaluation nécessite donc une qualité certaine des données et une robustesse démontrée des estimations.

Compte tenu de l'illiquidité du marché, la valorisation des contrats joueurs en juste valeur passe par un modèle mathématique de réévaluation. Cette modélisation a du sens compte tenu du niveau d'information disponible sur le marché et du comportement rationnel des acteurs sur le marché.

Le tableau ci-après présente les avantages et inconvénients qu'auraient les clubs de football professionnels à adopter ce nouveau mode de comptabilisation des contrats joueurs.

<i>Conséquence pour les clubs d'un passage à une valorisation en juste valeur</i>		
Effets	Avantages	Inconvénients
Valeur comptables de tous les joueurs sous contrat	Augmentation de l'actif : - joueurs formés valorisés - contrats amortis revalorisés	
Variabilité de la valeur des contrats joueurs	- Valorisation en moyenne largement plus élevée que le modèle de coût amorti - Indicateur réel de la valeur de l'effectif	- Hausse de la volatilité des résultats hors exploitation - Impact sur les Capitaux Propres - Dépendance aux variables de marchés qui servent à valorisées les actifs
Modèle mathématique de réévaluation	Référentiel de la valeur marchande des contrats joueurs	Diminution de la marge de négociation lors d'une opération

Après avoir passé en revue l'adaptabilité des différents types de contrats joueurs à une valorisation en juste valeur, nous nous attacherons à l'élaboration d'un modèle économétrique de réévaluation des contrats joueurs basé sur les données récentes du marché des transferts.

3 Comptabilisation diverses

Avant de poursuivre via l'utilisation des méthodes actuarielles pour répondre au besoin de valorisation en juste valeur, le chapitre ci-après permet de cibler quel type d'actif, le modèle mis en place dans la dernière partie, permettra de valoriser.

En plus de l'aspect comptable, le modèle doit permettre d'évaluer de manière précise le capital d'assurance à souscrire pour chaque joueur.

3.1 Immobilisation interne

Joueurs (en règle générale)

Le modèle de réévaluation concerne principalement les contrats joueurs actuellement comptabilisés au coût historique, c'est-à-dire la valeur des joueurs ayant été transférés dans le club contre une indemnité et ayant encore plus d'un an de contrat avec le club.

Joueurs dans leur dernière année de contrat

La valeur des joueurs dans leur dernière année de contrat devient nulle à l'issue de la fin de la période du *mercato* hivernal, puisque ceux-ci peuvent s'engager librement avec le club qu'ils désirent à l'issue de la saison (indemnité totalement amortie à l'issue de la dernière année de contrat). Cependant, avant cette échéance, la valeur de leur contrat est réelle, même si dépréciée pour l'aspect court-termiste de l'engagement restant du joueur envers son club et l'horizon proche d'un transfert gratuit.

Joueurs formés au club ou arrivée libre

La comptabilisation actuelle n'associe aucune valeur patrimoniale aux contrats de joueurs issus du centre de formation, ou arrivés libres dans le club, étant donné qu'il n'existe pas d'antécédent de transfert payant pour ces joueurs (base de valeur comptable initiale).

Malgré le fait que ces contrats joueurs n'ont aucune garantie d'être transférés onéreusement à l'avenir (tous comme les autres contrats joueurs), ils participent à la génération de revenus pour le club et le modèle économétrique de réévaluation permettrait d'évaluer avec une fiabilité suffisante le coût d'immobilisation de ces contrats.

Modélisation: Nous utiliserons donc le même modèle de réévaluation pour tous les contrats joueurs à caractère définitif, que les joueurs sous-jacents aient été transférés précédemment ou qu'ils s'agissent de joueurs formés au club.

3.2 Transferts à caractère temporaire

La comptabilité actuelle, s'agissant d'un transfert à caractère temporaire, stipule que lorsque le club pouvant aligner le joueur paie une indemnité au club qui met le joueur à sa disposition, cette dernière est enregistrée en résultat sur la période du contrat temporaire, en utilisant les comptes de régularisation.

L'indemnité payée est portée en charge dans la comptabilité du club engageant temporairement sous contrat le joueur, et a contrario en produit dans la comptabilité du prêtant le joueur.

Les éventuelles indemnités (beaucoup de prêts sont gratuits), afférentes à ces mutations temporaires de contrats joueurs ne sont pas immobilisées mais directement passées en résultats. Il n'y a là pas nécessité de changer la méthode de comptabilité actuelle, étant donné que les contrats temporaires n'excèdent que très rarement la fin de la saison (n'apparaissent ainsi pas dans le patrimoine du club édité en fin de saison) et que les montants sont généralement relativement faibles.

Modélisation: Nous n'éditerons donc pas de modèle de réévaluation spécifique aux contrats joueurs prêtés.

3.3 Le cas spécifique de la co-détention

Les clubs comptabilisent les contrats joueurs co-détenus dans le poste « *investments held for sale* », régit par la norme IFRS 5 : « Actifs non courants détenus en vue de la vente et activités abandonnées ».

La norme IFRS 5 stipule qu'une entité doit classer un actif non courant comme détenu en vue de la vente si sa valeur comptable est recouvrée principalement par le biais d'une transaction de vente plutôt que par l'utilisation continue et qu'elle doit l'évaluer au montant le plus bas entre sa valeur comptable et sa juste valeur diminuée des coûts de la vente.

Compte tenu de l'option de d'achat/vente que possèdent les deux clubs co-détenteurs, à l'issue de l'accord de co-détention il semble justifié d'utiliser cette norme pour comptabiliser ces contrats joueurs spécifiques.

Modélisation: En faisant l'hypothèse que si un club souhaite acquérir la totalité des droits économiques du joueur, il trouvera un accord avec le club souhaitant se séparer de l'autre moitié des droits à hauteur de la juste valeur du contrat joueur; nous pouvons également utiliser le modèle économétrique de réévaluation pour évaluer la juste valeur du contrat du joueur, à laquelle sera appliquée un pro rata de 50% afin de ne valoriser que la part du club.

Conclusion Partie II : Les contrats joueurs occupent une place de plus en plus prépondérante dans le patrimoine d'un club. Les recommandations comptables qui ont évolué au cours de ces vingt dernières années avec l'inflation du prix des contrats joueurs précisent que cet actif important doit désormais être comptabilisé en tant qu'immobilisation incorporelle au bilan du club.

Comme cela pourrait être le cas pour la comptabilisation d'une machine, la valeur du contrat joueur est comptabilisée à son coût historique puis est amortie annuellement sur la durée de ce même contrat. Mais alors qu'il est facile de calculer le degré d'obsolescence d'une machine, la valeur de marché du contrat joueur peut, elle, évoluer de façon exponentielle à la hausse comme à la baisse d'une année à l'autre.

Si le joueur se blesse grièvement, par principe de précaution, les responsables du club devront pratiquer une dépréciation sur la valeur comptable du joueur. Tandis que dans le cas inverse si le joueur fait une saison éclatante au cours de laquelle il obtient sa première sélection internationale par exemple, aucune appréciation n'est admise.

Alors que les nouvelles normes IFRS prônent une évaluation à la juste valeur déterminée par référence à un marché actif, le marché des contrats joueurs n'est pas un *marché actif*, au sens de la définition de l'IASB ; cependant il s'en rapproche si l'on considère que l'on peut regrouper des joueurs à caractéristiques équivalentes (position, âge, expérience, performance...) au sein de groupes homogènes de joueurs.

Un prix coté dans un marché actif fournissant la preuve la plus fiable de la juste valeur ; un modèle économétrique, basé sur l'historique récent des transferts permettrait d'estimer la valeur d'un joueur en la rapprochant des prix auxquels se sont échangés des joueurs aux caractéristiques équivalentes par la passé.

Cette valeur théorique représenterait alors la valeur brute contre laquelle un contrat joueur pourrait être échangé sur le marché des transferts, tenant compte de multiples critères déterministes dont les récentes performances du joueur sous-jacent.

Afin d'obtenir la valeur net comptable, il conviendrait donc ensuite de minorer cette valeur modélisée des éventuelles primes de formation, dues en cas de transfert effectif ainsi que l'ensemble des clauses et bonus sur plus-values contractés avec les précédents clubs du joueurs et liés à la revente de celui-ci. De la même façon la valeur brute devrait être majorée par le montant d'une éventuelle clause libératoire du contrat du joueur.

A suivre: Dans la dernière partie nous allons tester la robustesse d'un modèle économétrique destiné à estimer la juste valeur de l'indemnité à verser dans le cadre d'un rachat de contrat joueur, en fonction de caractéristiques non exhaustives du joueur.

Nous essaierons également de déterminer la valeur d'un contrat joueur à travers une autre approche, basée sur la segmentation de la valeur des contrats joueur en fonction des facteurs les plus explicatifs.

IV Valorisation

Ce mémoire souhaite aller au-delà des évidences décrites dans la littérature en proposant des tests économétriques rigoureux sur la significativité des déterminants de la valeur d'un contrat joueur.

Nous avons vu dans la partie théorique que la valeur des contrats de joueurs pouvait être expliquée selon deux approches distinctes: la perte/le gain d'utilité pour le club détenteur du contrat joueur et la valorisation intrinsèque du talent du joueur.

La première approche est délicate à mettre en pratique puisque les revenus d'une équipe de football sont difficilement divisibles. En effet, même si le niveau de gains d'un club dépend en grande partie des performances sportives de son équipe, il est peu évident de déterminer la part de ces gains imputable à un joueur en particulier, et ce même si ce dernier a marqué X buts ou récupéré Y ballons.

Nous préférons donc tenter de mettre en application l'approche basée sur les caractéristiques intrinsèques d'un joueur afin de modéliser la valeur du contrat de ce dernier. Cependant, nous avons vu que la valeur d'un contrat joueur n'est pas uniquement déterminée par la valeur qualitative du joueur, mais également pas les dimensions économiques relatives au transfert : le montant qu'un club est prêt à dépenser pour un joueur étant dépendant du niveau de recettes supplémentaires que le club pourrait générer en enrôlant le joueur (niveau de contribution du joueur dans ses recettes devant correspondre à son talent).

Pour exemple les 20 clubs anglais de Premier League se sont partagés à l'issue de la saison 2013-2014 2,1 milliards d'euros au titre des droits de diffusion du championnat ; tandis que les 20 clubs français de Ligue 1 devront « se contenter » de 608 millions d'euros. Si l'on suit ce raisonnement un club anglais sera prêt à dépenser quasiment quatre fois plus d'argent qu'un club français pour acheter un joueur qui contribuerait de façon similaire à la performance de son équipe dans son championnat respectif. Laurent KOSCIELNY, acheté à l'intersaison 2009 par Lorient à Tours pour la somme de 1,5m€ a été revendu au club anglais d'Arsenal l'année suivante pour 11m€ de plus. Certes le joueur sortait d'une excellente saison au cours de laquelle son talent avait explosé aux yeux de tous, mais la composante majeure de l'inflation du prix de son contrat se retrouve dans la différence de recettes potentielles entre le club breton et le club londonien ; le défenseur français étant utilisé dans les deux clubs comme défenseur titulaire (contribution supposée identique).

Compte tenu de la libéralisation du marché des contrats joueurs et des disparités économiques entre les clubs/championnats il y a eu une migration des joueurs les plus talentueux vers les clubs les plus riches, qui ont par la suite continué de s'enrichir suite à l'apport de ces joueurs, accentuant ainsi les inégalités. Nous verrons dans la sélection des variables, comment nous avons choisi de modéliser cette composante économique.

Enfin, les recettes de merchandising liées à la vente de maillots ou l'impact médiatique (via l'augmentation des droits d'image ou l'affluence dans les stades) suite à l'acquisition d'un joueur spécifique peuvent être plus facilement individualisées. Ces recettes « supplémentaires » ne représentent qu'une infime partie des recettes générées pour un club par des joueurs du marché secondaire.

Le coût d'achat des joueurs du marché primaire est quant à lui directement impacté par ces perspectives de revenus extra-sportifs. L'acquisition de joueurs « stars » permet en effet à un club de créer de l'effervescence autour de son équipe avec l'ensemble des retombées économiques que cela engendre. Il est néanmoins difficile de dégager un modèle général de détermination de l'impact économique relatif à l'achat d'un joueur « star », auquel on préférera une étude marginale compte tenu de la rareté et de la spécificité de ces joueurs et de leur environnement.

Nous nous appliquerons donc dans cette partie finale à explorer l'approche économétrique afin d'estimer au mieux la valeur d'un contrat joueur standard (non star). Dans un premier temps nous redéfinirons les facteurs explicatifs a priori et les indicateurs liés. Nous établirons ensuite le périmètre de la modélisation et nous analyserons les données recueillies sur les montants de transfert ; puis nous ferons une analyse descriptive des variables explicatives, en s'attachant notamment à observer la corrélation entre celles-ci. A la lumière de ces études préliminaires, nous définirons le modèle économétrique approprié que nous essaierons d'optimiser. Enfin, dans le but de tester la qualité de ce modèle final, nous comparerons les estimations obtenues avec les données réelles du *mercato* estival 2013.

1 Elaboration du modèle économétrique

A partir des données historiques du marché des contrats joueurs des cinq saisons entre Juin 2008 et Janvier 2013, nous avons calibré un modèle économétrique permettant l'estimation de l'indemnité de transfert d'un contrat joueur en fonction de facteurs explicatifs préétablis.

1.1 Facteurs explicatifs retenus

Nous avons vu dans la première partie, que la littérature fait ressortir quatre facteurs élémentaires pour établir la valeur d'un joueur : son poste sur le terrain, son expérience/palmarès, son âge et sa capacité à générer des recettes extra-sportives.

Considérant que pour les joueurs du marché secondaire, les recettes extra-sportives sont négligeables, nous nous baserons donc sur ces trois critères majeurs, intrinsèques au joueur muté, auxquels nous avons décidé d'ajouter les informations suivantes dont nous testerons l'efficacité :

- La nationalité : a priori cela ne devrait pas être un critère discriminatoire étant donné la libéralisation du marché des contrats joueurs (même si il existe toujours des quotas de joueur extra communautaire). Cependant si l'on s'intéresse à l'expérience internationale du joueur, à savoir les matchs joués avec son équipe nationale ; les différences de niveau existantes entre les différentes nations au football, amènent à estimer qu'un match joué avec une sélection d'un faible niveau n'a pas la même valeur en termes d'expérience qu'un match joué avec une des meilleures équipes nationales au monde. C'est notamment la raison pour laquelle les joueurs binationaux, lorsqu'ils sont appelés à jouer pour l'un ou l'autre de leurs pays d'origine, choisissent la plupart du temps la sélection la plus prestigieuse. Cela a notamment été le cas de Steve MANDANDA, gardien de l'équipe de France (régulièrement présente dans le top 20 du classement FIFA), qui possède également la nationalité Congolaise (RD Congo, au-delà de la 100^{ème} place au classement FIFA) et dont l'un de ses frères porte les couleurs au niveau international. Nous allons donc combiner le niveau du pays que chaque joueur représente avec ses performances en sélection nationale afin d'avoir une meilleure mesure de l'impact de cette dernière sur le prix du contrat du joueur.
- Le meilleur pied : les gauchers sont plus rares, devraient-ils par conséquent être plus chers ? Certains joueurs sont aussi bons techniquement avec le pied droit qu'avec le pied gauche ; ceux-ci sont-ils de ce fait plus chers ? A priori la réponse à ces questions est oui.
- La taille : les capacités athlétiques d'un joueur de football dépendent naturellement de sa morphologie. Si dans un sport comme le basketball, la relation est évidente entre la valeur d'un joueur et sa taille, nous allons tester si pour les joueurs de football il existe ce même lien. Cependant, il existe a priori une corrélation entre le poste occupé par le joueur et ses caractéristiques morphologiques : on retrouve des joueurs de grand gabarit aux postes où le jeu de tête est primordial, tels qu'attaquant ou défenseur central ; tandis qu'on observe souvent des joueurs plus petits à des postes très techniques, tels que milieu offensif ou ailier, du fait que leur centre de gravité plus bas, leur permet une plus grande aisance avec la balle au pied.

Nous intégrerons également des critères caractérisant le contexte économique du transfert :

- La date du transfert : le moment auquel est réalisé le transfert peut avoir un impact sur le prix du contrat joueur pour deux raisons. La première est liée au fait que le marché des contrats joueurs évolue d'année en année à travers notamment une composante inflationniste. D'autre part, nous avons vu qu'il existait deux fenêtres dans l'année où les transferts devenaient effectifs : la fenêtre principale en été, au cours de laquelle environ 80% des transferts sont réalisés et la fenêtre hivernale qui permet de réajuster les effectifs à mi-saison avec 20% des transactions saisonnières réalisées. Ces deux *mercatos* sont sensiblement différents puisqu'ils ne répondent pas aux mêmes objectifs : pour les clubs, le *mercato* d'hiver a souvent pour but de colmater les besoins de l'équipe à court-terme (pour les cinq derniers mois de la saison) et est notamment l'occasion pour des échanges de joueurs sous forme de prêt ; tandis que le *mercato* estival est une période beaucoup plus longue lors de laquelle les clubs recrutent des joueurs qui entrent généralement dans une stratégie à long-terme et où ils sont disposés à dépenser d'avantage. Il semble donc important de faire la distinction à la fois entre les saisons et entre les fenêtres de transferts afin d'essayer d'expliquer au mieux les variations du prix d'un contrat joueur.
- Le club vendeur : dans le cadre où les droits économiques du contrat joueur sont détenus par le club dans lequel évolue le joueur au moment de son transfert ; le niveau de ce club a une importance prépondérante dans le prix final de la transaction, puisqu'il conditionne grandement le pouvoir de rétention de ce dernier. En effet, comme expliqué en introduction de ce chapitre, la capacité budgétaire d'un club détermine en partie le prix minimum pour lequel un club est prêt à céder un joueur. Ce dernier contribuant en théorie pour x% aux résultats sportifs de son équipe, eux même corrélés aux recettes du club, le club ne souhaitera pas se séparer de son joueur pour un montant inférieur aux recettes futures générées par le joueur (diminuées de son salaire). Il existe par ailleurs d'autres considérations, telles que le besoin urgent de liquidité d'un club qui peut amener à des variations de prix de vente de la part de clubs cédants. Afin de simplifier notre modèle, nous ne prendrons pas en compte ces dernières, et nous évaluerons le niveau du club à travers ses performances sportives au cours des cinq dernières années sur la scène européenne, ainsi que la performance des équipes du championnat/pays auquel il est rattaché.
- Le club acheteur : de façon symétrique, le niveau du club acheteur semble être un déterminant important du prix auquel le contrat de joueur a été acheté puisqu'il est un indicateur précis du pouvoir d'achat de ce dernier.

Dans la partie suivante, nous allons présenter l'ensemble des données récupérées ainsi que la façon dont elles ont été formatées afin de correspondre aux facteurs définis a priori ; en revenant notamment sur la façon dont a été créé l'indicateur niveau club.

1.2 Constitution de la base de données

La question se pose concernant la prise en compte ou non des transferts de joueurs gratuits ou libres. Etant donné que notre modèle est destiné à la comptabilisation des actifs joueurs sous contrat, les joueurs libres ou dont le contrat arrive à terme ont une valeur comptable nulle, puisqu'ils n'ont plus de lien contractuel avec le club pour lequel ils jouaient. De ce fait comptabiliser ses transferts à valeur nulle, aurait un effet minorant sur la valeur estimée des joueurs sous contrat. Par conséquent nous avons limité notre sélection aux transferts payants.

A partir des données du site www.transfermarkt.de, l'objectif était de rassembler un nombre suffisant de données de transferts exploitables (contenant l'intégralité des données nécessaires aux facteurs explicatifs) sur plusieurs saisons, récentes ; dans le but de constituer une base de données suffisamment importante pour pouvoir valider de la robustesse du modèle économétrique.

www.transfermarkt.de, site internet basé en Allemagne, est une immense base de données de football qui propose entre autres les informations principales à propos des transferts, ainsi que l'historique détaillé des performances et des caractéristiques de chaque joueur. Ce site est la référence web en de transferts de contrats joueurs pour le football.

Nous avons développé un outil VBA, permettant de faire le lien entre un tableur Excel et la plateforme web allemande afin de récupérer de façon automatisée les données présentées ci-après pour chaque transfert. Nous avons ainsi pu récupérer ces informations pour chaque joueur transféré onéreusement entre les saisons 2008-2009 et 2012-2013 vers un club de division 1 des huit plus grands championnats européens (Allemagne, Angleterre, Belgique, Espagne, France, Italie, Pays-Bas, Portugal et Russie).

Tableau 8
LISTE DES DONNEES BRUTES

Catégorie		Données	Type de données	Modalités	Description
variable à expliquer		montant du transfert	quant	[0;94M€]	EUR
variables explicative	contexte économique du transfert	club acheteur	quali	213 clubs différents	8 champ. eur
		club vendeur	quali	705 clubs différents	monde entier
		saison du transfert	quali	[2008-2009 ; 2012-2013]	5 saisons
		période de mercato	quali	estival/hivernal	
	caractéristique s joueur	sélection nationale	quali	105 sélections différentes	"Ø", si 0 sélection
		date de naissance	quali	[18/05/1971 ; 19/04/1995]	
		taille	quant	[160 ; 203]	cm
		position	quali	multiple (18 / à regrouper)	
		pied favori	quali	gauche ; droit ; les deux	

[Source : www.transfermarkt.co.uk]

De plus nous avons également choisi, pour chaque joueur transféré, de répertorier la liste de statistiques ci-après, relatives à la performance et qui nous semblent a priori jouer un rôle dans la détermination du prix du contrat d'un joueur au moment de son transfert.

Nous avons sélectionné les trois indicateurs les plus regardés par les observateurs du football : le temps de jeu (minutes jouées & nombre de matches), le nombre de buts marqués et le nombre de passes décisives délivrées. Les différentes compétitions sont décrites à la fin du glossaire.

Période	Compétition	Statistiques	Max
Saison précédant la saison du transfert <i>divisé en 2 parties si deux clubs</i>	Championnat	club(s)	qualitative
		nombre de matches joués	49
		nombre de buts	35
		nombre de passes décisives	22
		minutes de jeu	4 201
Saison précédant la saison du transfert <i>(entière)</i>	Ligue des Champions (C1)	nombre de matches joués	12
		nombre de buts	6
		nombre de passes décisives	5
		minutes de jeu	1 002
	Ligue Europa (C3)	nombre de matches joués	14
		nombre de buts	17
		nombre de passes décisives	7
		minutes de jeu	1 258
	Matches Internationaux	nombre de matches joués	23
		nombre de buts	16
		nombre de passes décisives	7
		minutes de jeu	2 015
Cumul carrière au moment de la date du transfert	Championnat	nombre de matches joués	420
		nombre de buts	173
		nombre de passes décisives	81
		minutes de jeu	31 826
	Ligue des Champions (C1)	nombre de matches joués	86
		nombre de buts	28
		nombre de passes décisives	17
		minutes de jeu	6 951
	Ligue Europa (C3)	nombre de matches joués	52
		nombre de buts	20
		nombre de passes décisives	10
		minutes de jeu	3 270
	Matches Internationaux	nombre de matches joués	101
		nombre de buts	44
		nombre de passes décisives	23
		minutes de jeu	7 441

Nous avons récupéré ces statistiques sur la saison précédant le transfert du joueur, afin d'avoir un portrait de sa forme sportive juste avant transaction (la valeur d'un joueur variant sensiblement en fonction de ses performances à court-terme) ; mais nous avons également récupéré ces statistiques sur l'ensemble de sa carrière afin d'avoir un baromètre de son expérience accumulée. De plus nous avons distingué les performances réalisées en championnat (qui sont plus ou moins valorisables suivant le club/championnat dans lequel le joueur évoluait), des performances réalisées en

compétition européenne (jugée comme les meilleures au monde) et des performances liées à la sélection nationale.

Au total, la base brute répertorie 3 429 transferts payants de joueurs de football entre juin 2008 et février 2013, auxquels sont rattachées 50 variables (dont 40 relatives aux performances du joueur).

Transformation de certaines variables

Parmi les variables retenues, certaines sont inexploitablement économétriquement en l'état.

Variables clubs

Les variables qualitatives clubs doivent être transformées en variables quantitatives sur la base d'une échelle commune, afin de refléter le niveau économique et sportif d'un club par rapport aux autres clubs constituant le marché. En partant du constat que les performances économiques d'un club sont fortement corrélées à ses performances sportives, et inversement ; nous avons décidé d'utiliser un coefficient comparable à celui mis en place par l'UEFA, qui permet de créer une hiérarchie des clubs en Europe en fonction de leurs résultats à moyen-terme.

COEFFICIENTUEFA

Le classement par coefficient des clubs prend en compte les résultats de chaque club dans les compétitions de clubs de l'UEFA. Il est utilisé lors des tirages au sort des compétitions européennes afin de préparer des « chapeaux » homogènes de clubs par niveau.

Chaque saison, un nombre de points est accordé à chaque club en fonction de son parcours en compétition européenne (0 point en cas de non qualification) ; *voire barème d'attribution des points en annexe 7.*

Par conséquent, il existe un classement des associations nationales prenant en compte les résultats de tous les clubs d'une association. Il est utilisé pour déterminer le nombre de clubs que pourra engager une association dans les compétitions de l'UEFA les saisons suivantes.

Le coefficient UEFA d'un club est déterminé par la somme de tous les points remportés sur les cinq dernières années, plus 20% du coefficient de l'association sur la même période (33% avant 2009).

Les classements UEFA par clubs et par pays sont disponibles sur UEFA.com.

A partir de ce coefficient, nous avons décomposé le nombre de points glané par chaque club par saison. Suite à quoi, au lieu de considérer comme l'UEFA une moyenne équipondérée sur les cinq dernières années, nous avons préféré une moyenne pondérée sur 3 ans :

- o 50% pour les résultats européens lors de la saison précédant le transfert
- o 30% pour les résultats européens lors de la saison qui débuta 2 ans avant le transfert
- o 20% pour les résultats européens lors de la saison qui débuta 3 ans avant le transfert

A travers ce recalcul, nous souhaitons refléter un niveau plus actuel du club au moment du transfert compte tenu de la forte volatilité court-termiste des résultats dans le football. Ci-après un tableau résumant les différentes valeurs prises par cet indicateur.

Tableau 10**INDICATEUR CLUB STATISTIQUES***(indicateur utilisé pour les transferts ayant eux lieu au cours de la saison 2012-2013)*

Statistiques	Valeur	Commentaire
Min	0,00	tout club n'ayant joué aucun match européen depuis 2010
Max	30,30	FC Barcelona (C1: 2010 (1/2), 2011 (Vainqueur), 2012 (1/2))
Moyenne (valeurs non nulles)	4,07	
Olympique Lyonnais	18,60	C1: 2010 (1/2), 2011 (8 ^{ème}), 2012 (8 ^{ème})

De la même façon, nous avons retraité le coefficient par association (pays), qui n'est autre que la moyenne des points glanés par les clubs la représentant.

Tableau 11**INDICATEUR PAYS STATISTIQUES***(indicateur utilisé pour les transferts ayant eux lieu au cours de la saison 2012-2013)*

Statistiques	Valeur	Commentaire
Min	0,10	Andore
Max	19,48	Espagne
Moyenne	4,42	
Médiane	2,59	
France	11,48	

385 des clubs vendeurs sont extra-européens et n'appartiennent de ce fait pas à une association membre de l'UEFA (clubs non européens). Compte tenu de l'inadéquation de ces clubs avec le calcul mis en place du niveau du club, nous avons décidé d'écarter ces données du modèle.

L'indicateur final est la somme de l'indicateur du club et de l'indicateur de l'association. Ce dernier contient ainsi pour chaque club une composante liée à son propre parcours en compétition européenne, et une autre composante reflétant le niveau de l'association dans lequel il évolue. Un club n'ayant participé à aucune compétition européenne depuis trois ans aura donc la valeur nue de son association.

Nous avons ajouté une dernière dimension afin de prendre en compte le niveau auquel joue le club au sein même de son association : si le club n'évolue pas en première division au moment du transfert, l'indicateur final est divisé par trois ; si le joueur évolue dans l'équipe réserve du club, l'indicateur est divisé par cinq.

Tableau 12**INDICATEUR FINAL EXEMPLES***(indicateur utilisé pour les transferts ayant eux lieu au cours de la saison 2012-2013)*

Statistiques	Valeur	Commentaire
FC Barcelona	49,78	Club (30,30) + Pays (19,48)
Olympique Lyonnais	30,08	Club (18,60) + Pays (11,48)
FC Lorient	11,48	Club (0) + Pays (11,48)
AJ Auxerre (D2)	4,43	[Club (1,80) + Pays (11,48)] / 3
AC Le Havre (D2)	3,83	[Club (0) + Pays (11,48)] / 3
FC Lorient Réserve	2,30	[Club (0) + Pays (11,48)] / 5

Nous estimons que cet indicateur final est représentatif du niveau de chaque club. Nous nommerons cette variable « niveau du club » dans la suite du mémoire.

Variables performance championnat (dernière saison)

Alors qu'on peut estimer que les performances en coupe d'Europe ont a priori le même apport en terme d'expérience quelque soit le club pour lequel un joueur évolue ; il n'est en pas de même pour les matchs de championnat. Les championnats n'ayant pas la même valeur, il est par exemple plus valorisant d'être performant en Premier League (considéré comme le meilleur championnat du monde), plutôt qu'en Jupiler League.

Par conséquent nous avons décidé de créer une variable d'interaction entre les performances et l'indicateur pays défini dans la partie précédente, qui se matérialise par une pondération des performances par l'indicateur championnat.

Nous souhaitons ajouter cette interaction uniquement aux variables de performance en championnat lors de la dernière saison. Nous avons gardé les variables de performances cumulées en championnat telles quelles compte tenu de la complexité à pondérer chaque saison ; de plus ces dernières ont plus pour but de retranscrire un niveau d'expérience global qui est sémantiquement moins dépendant du niveau de compétition dans le lequel a évolué le joueur.

Nous verrons dans la partie modélisation si la prise en compte de cet élément tel quel se justifie.

Sélection nationale

Nous avons utilisé le coefficient FIFA (cf. annexe 8) afin de transformer cette variable qualitative en un indicateur de niveau auquel le joueur évolue en sélection nationale ; ce dernier permettant une comparaison relative entre les équipes nationales pratiquant le football au niveau mondial.

Le coefficient d'une sélection nationale est calculé à partir de ces résultats lors des quatre dernières années, période correspondant à la redondance de la coupe du Monde de football (compétition lors de laquelle le plus grands nombre de points est attribué).

Nous avons ainsi répertorié les coefficients FIFA de Juillet et Janvier de chaque année entre 2008 et 2013 afin d'avoir pour chaque transfert répertorié une évaluation du niveau de la sélection nationale du joueur au moment de la transaction.

De la même façon que pour les performances en club de la dernière saison en championnat, nous avons ajouté une variable d'interaction entre les performances internationales de la dernière saison et le coefficient FIFA de la sélection du joueur. Nous expliquons cela par le fait qu'au sortir de chaque compétition internationale, nombre de joueurs qui se sont montrés à leur avantage à cette occasion sont l'objet de transfert. Les performances internationales récentes ont donc sens d'être combinées avec l'indicateur relatif du niveau court-terme de la sélection ; tandis que les performances à long terme en sélection apportent de l'information en termes de régularité au haut niveau.

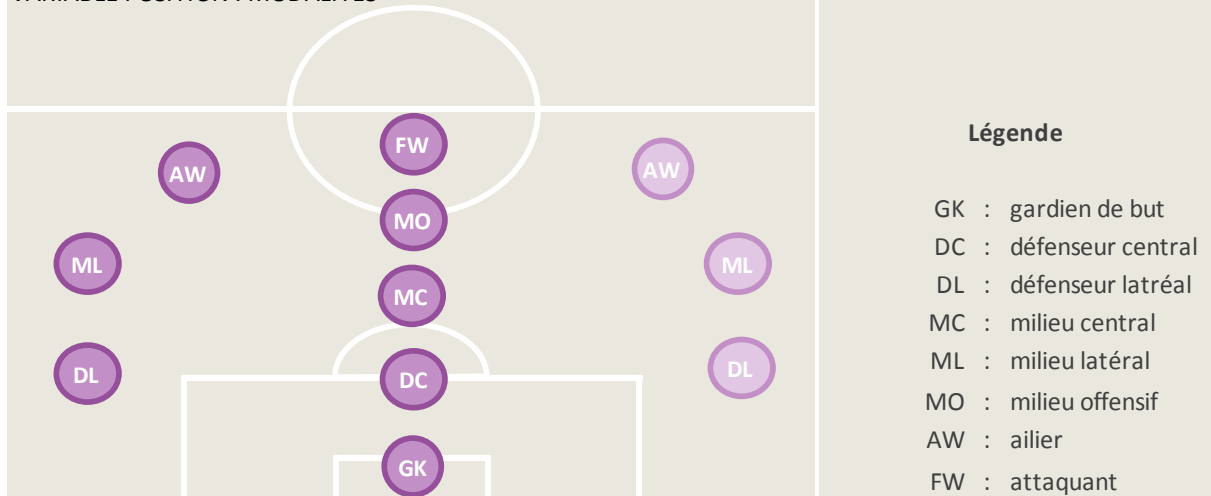
Position

Nous avons décidé de limiter le nombre de modalités à huit, en supprimant notamment la différenciation de côté sur les postes de latéraux (ailiers : AW, milieux : ML et défenseurs : DL) ; les joueurs évoluant à ces postes ayant en général les mêmes qualités qu'ils évoluent à gauche ou à droite. De plus à travers la variable « pied favori », nous retrouverons une distinction similaire : les gauchers jouant le plus souvent à gauche et les droitiers à droite, ce qui renforce le choix de ne pas multiplier le nombre déjà conséquent de modalités pour cette variable « position ».

Nous verrons dans la suite du mémoire qu'il existe encore des similitudes parmi les 8 postes retenus, qui mèneront à un nouveau regroupement de modalités.

Graphique 11

VARIABLE POSITION : MODALITES



Date de naissance

A partir des variables date de transfert et date de naissance, nous avons calculé l'âge du joueur au moment du transfert, qui selon la théorie est un élément essentiel dans la valeur d'un joueur puisqu'il reflète la condition physique de ce dernier ainsi que sa marge de progression future.

Périmètre de l'étude

A la lumière des phénomènes plus ou moins marginaux du marché des contrats joueurs, présentés dans les deux premiers chapitres du mémoire, nous allons définir le périmètre de l'étude afin de s'assurer de l'homogénéité et la validité des données utilisées pour le modèle. L'objectif premier étant, compte tenu des ressources limitées, de vérifier la rationalité d'un modèle économétrique pouvant déterminer la valeur d'un contrat joueur lors d'un transfert « standard » et ainsi appuyer la théorie de l'approche par la valeur artistique.

Clubs acheteurs

Malgré le fait que l'identité du club acheteur influe de façon certaine sur le prix de vente d'un contrat joueur, compte tenu de son niveau de pouvoir d'achat; cette variable ne peut être retenue dans le modèle, car l'objectif est de valoriser l'actif contrat joueur en vue d'une éventuelle vente ; de ce fait le potentiel acquéreur est inconnu au moment de l'évaluation.

Transfert définitifs

Parmi les 3 021 transferts payants rassemblés (émanant de clubs européens), 378 concernent des prêts payants. Etant donné que nous nous intéressons uniquement aux transferts définitifs, cela réduit le nombre de données à 2 643. L'intérêt de construire un modèle spécifique aux indemnités de prêts est relativement limité, compte tenu du faible niveau de revenus générés par ces opérations (qui sont pour la plupart gratuites).

Transferts inter clubs italiens

Les transferts entre clubs italiens sont pour la majorité liés à des opérations de copropriétés, et les montants échangés dans ces cas représentent la moitié de la valeur du joueur. Ces montants qui ne représentent qu'une partie de la *market value* du joueur au moment de son transfert sont les montants répertoriés sur le site www.transfermarkt.de.

Exemple : Riccardo SAPONARA, dont la moitié des droits économiques a été achetée par le Milan AC lors du *mercato* hivernal de la saison 2012-2013 pour un montant avoisinant les 4m€, était donc évalué par les deux parties à 8m€ au moment de la transaction. Cependant, www.transfermarkt.de ne retranscrit que la somme échangée, à savoir 4m€ et n'indique pas qu'il s'agit d'un accord de copropriété. De ce fait, pour nombre des transferts effectués entre deux clubs italiens, les montants affichés sont biaisés de moitié. N'ayant pas l'information sur le pourcentage des droits des joueurs rachetés, nous avons décidé d'exclure de l'étude l'ensemble de ces transferts entre clubs italiens, toutes divisions confondues (390 données).

Période de transfert

Pour un cinquième d'entre eux, ces transferts définitifs se sont réalisés en hiver. Nous avons vu que pour plusieurs raisons, il était indispensable de distinguer les transferts réalisés en hiver, de ceux réalisés en été. Plutôt que d'utiliser cette distinction comme simple facteur explicatif, nous estimons qu'il est nécessaire de créer un modèle pour chacune des périodes de marché.

Notre décision est notamment motivée par le fait que les joueurs échangés au cours du *mercato* hivernal, le sont souvent parce qu'ils n'ont pas bénéficié d'un temps de jeu important lors de la

première partie de saison. Les récentes performances (quasiment nulles) n'ont donc a priori pas le même effet sur le prix d'échange du joueur, que les récentes performances d'un joueur échangé en été. Par conséquent nous allons nous consacrer dans un premier temps à établir un modèle à partir des 1 723 transferts effectués durant les cinq derniers *mercato*s d'été, en mettant de côté les 530 transferts hivernaux répertoriés dans la base de données.

Données manquantes ou aberrantes

Bien que globalement très bien documentée, la base de données du *website* allemand ne contient pas toujours toute l'information concernant les performances de joueur. Par conséquent nous avons exclu de l'étude les 61 transferts dont les performances sur la dernière saison n'étaient pas disponibles.

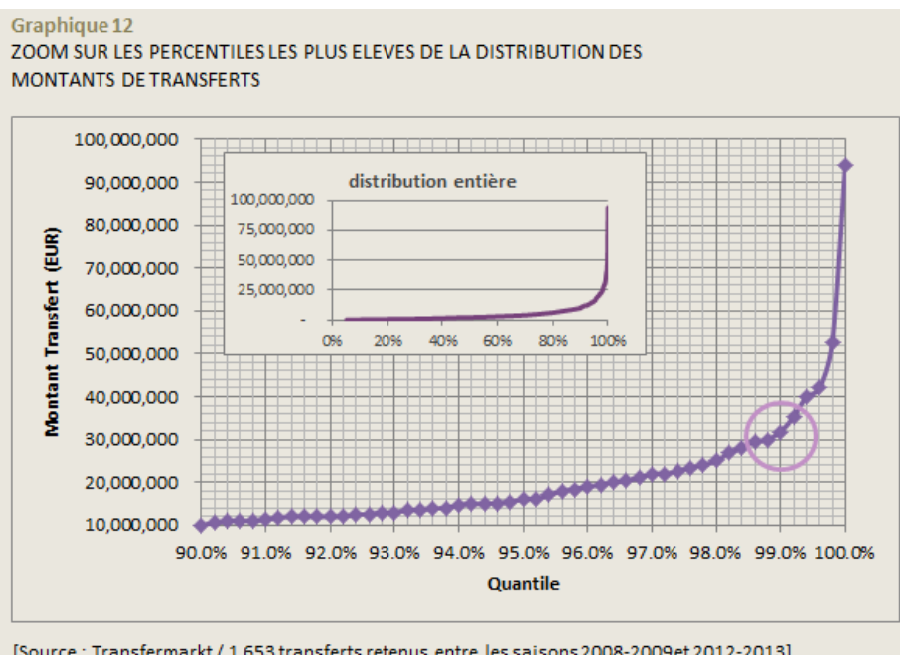
Nous avons également exclu de la base, 9 autres données pour lesquelles l'un des champs de performance possédait une donnée aberrante. Les autres variables sont parfaitement renseignées. Nous avons enfin corrigé 3 données dont la valeur était négative concernant le temps cumulé joué en championnat en prenant comme valeur de remplacement la multiplication du temps jeu moyen (60 minutes) avec le nombre de matchs joués en championnat.

Enfin nous avons procédé à une étude de cohérence concernant les variables quantitatives, telles que l'étude de ratios but/passes par match, ou encore la vérification du maximum de temps de jeu moyen par match (ndlr 120 min : 90min + prolongations). Nous avons par ailleurs effectué d'autres tests, tels que la vérification que les joueurs ayant marqué le plus de buts étaient bien majoritairement des joueurs à vocation offensives (postes : attaquant / ailier / milieu offensif).

La base de données est alors à ce stade constituée de 1 653 données exploitables, pour 7 variables explicatives (hors variables de performances).

Valeurs extrêmes

Nous avons défini de nous restreindre aux joueurs du marché secondaire ; les montants des transferts des joueurs « stars » étant considéré comme des valeurs extrêmes. Nous avons donc défini un seuil à partir duquel on peut considérer que le montant du transfert en fait un joueur vedette.



Au vu des récents transferts de joueurs stars, on peut a priori considérer que ce seuil se situe autour de 25-30m€. La queue de distribution des montants de transfert, présentée ci-dessus permet de définir la cassure à partir de laquelle les montants sont considérés comme atypiques.

Ce graphique du coude (ou l'abscisse représente le percentile de la distribution et l'ordonnée le niveau de montant de transfert correspondant) nous montre que le dernier percentile concentre des montants de transferts qui s'envolent en comparaison au reste de la distribution. En effet on peut visualiser que c'est le point à partir duquel les montants augmentent très fortement. En zoomant sur le « coude », nous observons assez nettement que le coefficient directeur de la courbe augmente façon exponentielle lorsque les montants dépassent 30m€. Nous choisissons donc ce seuil d'écèlement pour le passage du marché secondaire au marché primaire.

Le 99^{ème} percentile correspondant représente 12% des montants cumulés de transfert. En choisissant ce seuil, nous travaillerons donc sur 88% des montants échangés pour le transfert de contrat joueurs entre juin 2008 et janvier 2013 dans les 8 grands championnats européens.

Ce seuil contraint à écarter les 18 plus gros transferts, pour un montant total qui atteint 823,1m€ soit un montant moyen de 45,7m€ pour chaque transfert écarté.

Biais persistant dans la base de données

Par manque d'information, nous n'avons pu exclure de notre modèle, les transferts qui se sont faits sur la base du montant de la clause libératoire du joueur et qui de ce fait minorent la véritable valeur du joueur sur le marché, en l'absence de pouvoir de négociation du club offreur.

En dépit de ces gênes notables, les données utilisables devraient permettre d'apprendre beaucoup sur les déterminants de la valeur d'un contrat joueur.

Base de données finale:

Les spécificités de ce marché entraînent une restriction des données initiales à un noyau de transactions « courantes » effectuées dans un contexte homogène et sur la base desquelles il est a priori possible de déterminer un premier modèle mathématique explicatif.

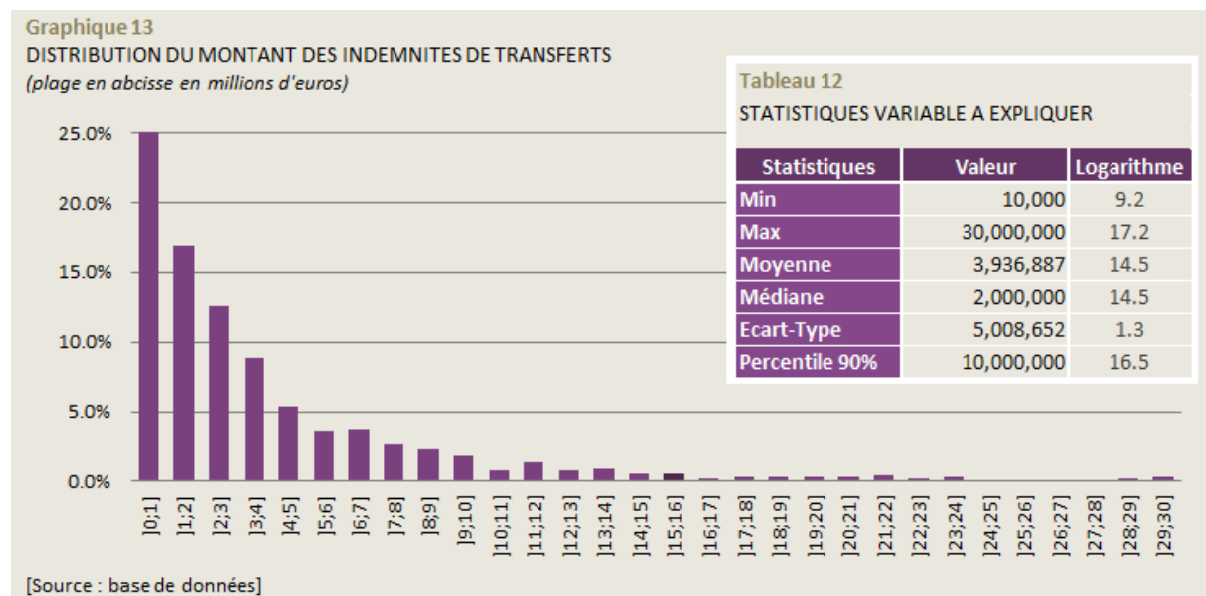
Les 1 635 données de transfert recueillies sur les cinq dernières saisons et rendues exploitables dans ce cadre vont donc nous permettre de répondre à la problématique : y'a-t-il une rationalité derrière les valeurs réelles auxquelles sont échangés les contrats joueurs, du moins dans l'hypothèse d'un marché de transferts uniquement « standard ».

Dans le cadre d'une comptabilisation élargie à l'ensemble des contrats joueurs, il sera nécessaire d'apporter des ajustements au modèle développer dans ce mémoire afin de prendre en compte ces contrats dont la valeur diverge suite à des critères non modélisés (valeur marketing des joueurs stars, copropriété du contrat, clauses libératoires, etc.).

1.3 Analyse de la variable montant de transfert

Nous essayons d'expliquer le montant perçu par un club vendeur au cours de la vente d'un contrat joueur (en fonction des caractéristiques de ce dernier). Nous allons dans un premier temps analyser les caractéristiques de cette variable sur la base des 1 635 transferts répertoriés dans notre base de données afin d'avoir une idée de la dispersion des valeurs que peuvent prendre cette variable.

Graphique et indicateurs statistiques de la variable montant de transfert :



Le montant moyen est environ de 3.9m€, mais l'écart type est conséquent (coefficient de variation de 127%), car l'étendue des valeurs est de près de 30m€. On se rend toutefois compte que 90% des montants se situent en dessous de 10m€.

On peut voir dans le graphique ci-avant la distribution des montants, avec une concentration relative des observations en dessous de 5m€. Par ailleurs, les précédentes études portant sur la distribution des montants de transferts dans le football ont conclu que la loi log normale s'adaptait le mieux à celle-ci, malgré l'inconvénient de masquer quelque peu les très hauts montants. En effet, le modèle $Y = \alpha X^\beta$, très utilisé en économétrie (élasticité constante de Y par rapport à X), devient un modèle linéaire en étudiant le logarithme des variables.

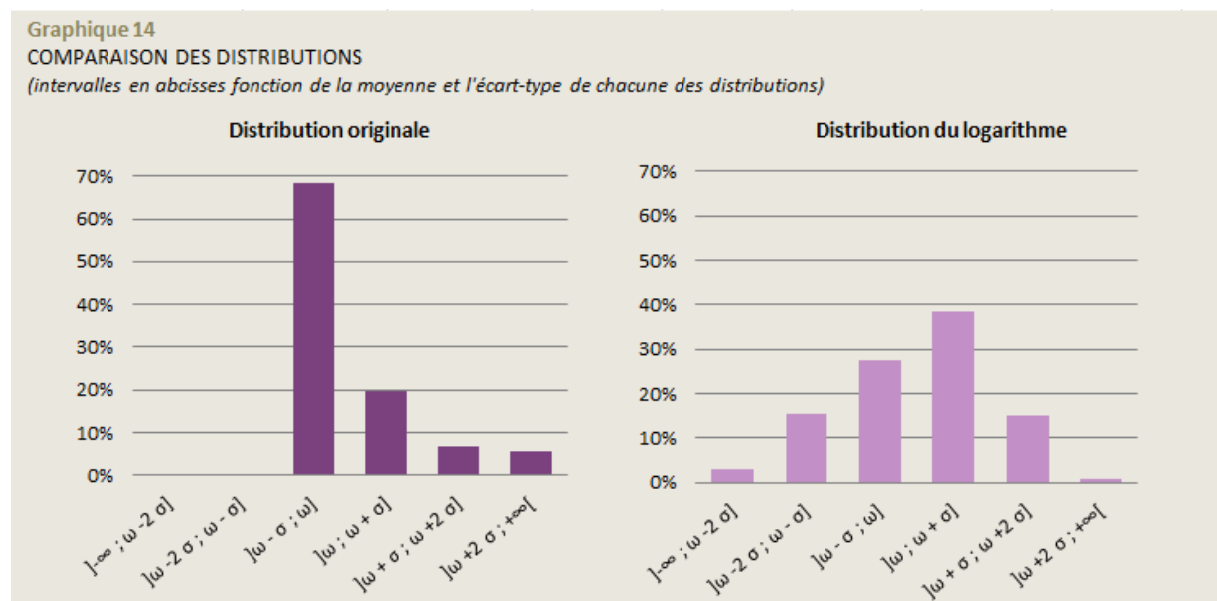
En log-linéarisant une relation multiplicative (dans le cas d'une estimation d'élasticités : variation relative d'une grandeur à une ou plusieurs autres) celle-ci devient additive, facilitant ainsi l'estimation. Choisir l'équation $\log(Y) = \alpha \log(X) + \beta$ permet ainsi d'exprimer le taux de variation Y proportionnellement (α) à celui de X.

Afin de vérifier au mieux la condition économétrique qui fait l'hypothèse que les erreurs suivent une loi normale, nous devons sélectionner la meilleure représentation des montants de transferts. Ainsi nous avons comparé la forme normale du montant de transfert (v_i) et sa forme logarithmique ($\log(v_i)$) qui minimise les hauts montants.

Pour ce faire, nous avons divisé l'échantillon en six classes suivant la valeur v_i (ou $\log(v_i)$) du salaire du i -ème individu. Les six groupes ci-après constituent la distribution autour de la moyenne des montants de transferts (où ω est la moyenne, et σ l'écart-type) :

- (1) $v_i < \omega - 2\sigma$
- (2) $\omega - 2\sigma \leq v_i < \omega - \sigma$
- (3) $\omega - \sigma \leq v_i < \omega$
- (4) $\omega \leq v_i < \omega + \sigma$
- (5) $\omega + \sigma \leq v_i < \omega + 2\sigma$
- (6) $v_i \geq \omega + 2\sigma$

Ceci nous offre les distributions ci-après :



Comme nous l'avons constaté précédemment, la moyenne des montants de transferts est supérieure à la médiane, ce qui étale la distribution vers les plus fortes valeurs. Il y a donc une asymétrie avec une classe modale inférieure à la moyenne. Le test Shapiro-Wilk de normalité est hautement significatif et rejette donc l'hypothèse selon laquelle les montants de transferts de l'échantillon suivraient une loi normale.

Nous remarquons en revanche une plus forte symétrie autour de la moyenne concernant la distribution des logarithmes des montants de transferts qui se rapproche d'avantage d'une distribution en cloche synonyme de loi normale. Les données sont concentrées à 66% dans les deux classes médianes. La valeur test Shapiro-Wilk de normalité est beaucoup faible mais ne permet pas de conclure à la non significativité d'un écart entre la distribution en six classes du logarithme des montants de transferts et la loi normale. Cependant nous préférons quand même utiliser les données logarithmiques dans des buts de modélisation.

1.4 Modèle Théorique

L'objectif est de créer une équation capable d'expliquer empiriquement au mieux le montant des transferts de contrat joueur en suivant la théorie de la valeur artistique, agrémenté de variables liées au contexte économique.

En adaptant la formule logarithmique, la forme générale de la régression est la suivante :

$$\log(v_i) = f(a_i, per_i, pec_i, z_i) + u_i \text{ pour } i = 1 \text{ à } n$$

Où v_i est la valeur du contrat joueur du $i^{\text{ème}}$ transfert
 a_i , l'âge du joueur au moment du $i^{\text{ème}}$ transfert
 po_i , le poste auquel le joueur joue
 per_i , une mesure du niveau de performance récente
 pec_i , une mesure du niveau de performance cumulée (palmarès)
 z_i , les autres facteurs affectant a priori la valeur du contrat joueur comme son poste sur le terrain, le pied favori du joueur, sa taille, ou les variables économiques qui entourent le transfert.
 u_i , le terme d'erreur qui suit une loi normale $\mathcal{N}(0, \sigma)$ (hypothèse)

Essayons désormais de modéliser un par un les facteurs de la valeur d'un joueur

Modélisation de la performance

Considérons le rendement r_1 par but marqué au cours de la dernière saison

$$r_1 = \frac{(v_1 - v_0)}{v_0}$$

Où v_1 représente la valeur du contrat d'un joueur ayant marqué un but lors de la dernière saison
 v_0 , la valeur du contrat d'un joueur n'ayant inscrit aucun but lors de la dernière saison

Ce qui nous donne

- Valeur après un but $v_1 = v_0(1 + r_1)$
- Valeur après deux buts $v_2 = v_0(1 + r_1)(1 + r_2)$
- Valeur après le $k^{\text{ème}}$ but $v_k = v_0(1 + r_1)(1 + r_2) \dots (1 + r_k)$

Si nous faisons l'hypothèse que le rendement r_k est le même quel que soit $k^{\text{ème}}$ but marqué alors en approximant $(1+r)$ par e^r cela nous donne l'équation $v_k = v_0 e^{rk}$ Ce qui nous donne l'équation la plus basique de la fonction de revenu ci-après $\log(v_k) = \log(v_0) + rk$

De la même façon, nous estimons a priori un taux de rendement constant pour les autres variables quantitatives que sont les autres variables de performances, la taille, le niveau du club vendeur et la saison du transfert (hypothèse d'inflation constante, à tester par la suite).

Modélisation de l'âge et du palmarès

L'expérience acquise au cours d'une carrière est divisée en deux :

- ✓ L'âge du joueur (expérience physique)
- ✓ Le nombre de rencontres disputées / buts marqués au cours de sa carrière et notamment au plus haut niveau

En intégrant des coefficients pour chaque facteur cela nous donne l'expression suivante

$$\log(v_i) = \log(v_0) + \beta_1 an_i + \beta_2 pec_i + u_i$$

Où, v_0 est la valeur d'un joueur à la sortie de sa formation (18 ans pour simplifier)
 β_1 , le coefficient du rendement de l'expérience acquise en étant professionnel
 an_i , le nombre d'années à jouer au football professionnel (âge - 18, pour simplifier)
 β_2 , le coefficient du rendement des performances cumulées au cours d'une carrière
 pec_i , une mesure du palmarès du joueur, qui pourrait découler de l'équation suivante si nous n'avons pas la mesure directe : $pec_i = k_i * an_i$, avec k_i le niveau de performance par année de carrière, propre à chaque joueur
 u_i , le terme d'erreur qui suit une loi normale $\mathcal{N}(0, \sigma)$ (hypothèse)

La théorie admet qu'au cours de la carrière d'un footballeur sa valeur connaît une forme concave en fonction de l'âge de celui-ci et qui atteint son pic autour de 28 ans (soit après 10 ans de professionnalisme). L'évolution quadratique convient donc d'être utilisée afin d'expliquer la valeur du joueur par l'expérience et de traduire ce phénomène :

$$\log(v_i) = \log(v_0) + \beta_1 an_i + \beta_2 pec_i + \beta_3 an_i^2 + u_i$$

Où, β_3 est le coefficient associé à l'évolution parabolique de la valeur du joueur par rapport à l'expérience. Afin de concorder avec la théorie et d'assurer la concavité de la courbe de revenu, le coefficient β_2 devrait être positif et le coefficient β_3 devrait être négatif.

A partir de cette équation, on peut calculer le nombre d'années d'expérience pour lequel le revenu est maximisé. On différencie l'équation par rapport au nombre d'années d'expérience (an_i) et d'après les propriétés d'une fonction logarithmique concave, on obtient an^* le nombre d'années d'expérience qui maximise les revenus en égalisant la dérivée de la fonction à 0 ($v_i' = 0$) : $an^* = \frac{-\beta_1}{\beta_3}$

an^* est donc à priori indépendant du niveau de performance cumulée. Cependant il est généralement admis que les joueurs qui jouent régulièrement et à haut niveau acquièrent de

l'expérience plus rapidement et ont un apport supplémentaire en fin de carrière, notamment dans l'encadrement des jeunes joueurs. Il existe donc une interaction entre le palmarès et l'expérience du joueur. Celle-ci est modélisée dans l'équation ci-après :

$$\log(v_i) = \log(v_0) + \beta_1 an_i + \beta_2 pec_i + \beta_3 an_i^2 + \beta_4 an_i pec_i + u_i$$

Où, β_4 est le coefficient associé à l'effet sur la valeur du contrat joueur de l'interaction entre le niveau de palmarès et la nombre d'années à exercer le métier de footballeur. β_4 est négatif afin que plus pec_i est grand, plus le coefficient directeur de an_i est petit et donc plus la valeur grimpera rapidement en fonction de l'âge, car un individu plus performant devrait acquérir plus vite de

l'expérience: $\frac{d \log(v_i)}{an_i} = \beta_1 + 2\beta_3 an_i + \beta_4 pec_i$

Modélisation des facteurs qualitatifs (variables indicatrices)

Les variables indicatrices permettent de distinguer des sous populations, afin d'analyser une différence de valeur entre deux sous-populations ou de constater un effet d'interaction entre deux caractéristiques différentes.

Hypothèse : Cela suppose que l'effet des variables quantitatives est le même dans les sous populations.

Afin de montrer l'utilité de ces variables qualitatives, voici un exemple où il existe deux distinctions :

- ✓ 1^{ère} différenciation: variable indicatrice pos_{DC}
 - o $pos_{DC}=1$, poste : défenseur central / $pos_{DC}=0$ sinon
- ✓ 2^{nde} différenciation: variable indicatrice $pied_G$
 - o $pied_G=1$, pied : gauche / $pied_G=0$ sinon
- ✓ Interaction entre les deux : $I_{DCG}=pos_{DC}*pied_G$
 - o $I_{DCG}=1$ est un joueur purement gaucher jouant défenseur central

Ce qui nous amène à la modélisation du salaire suivante :

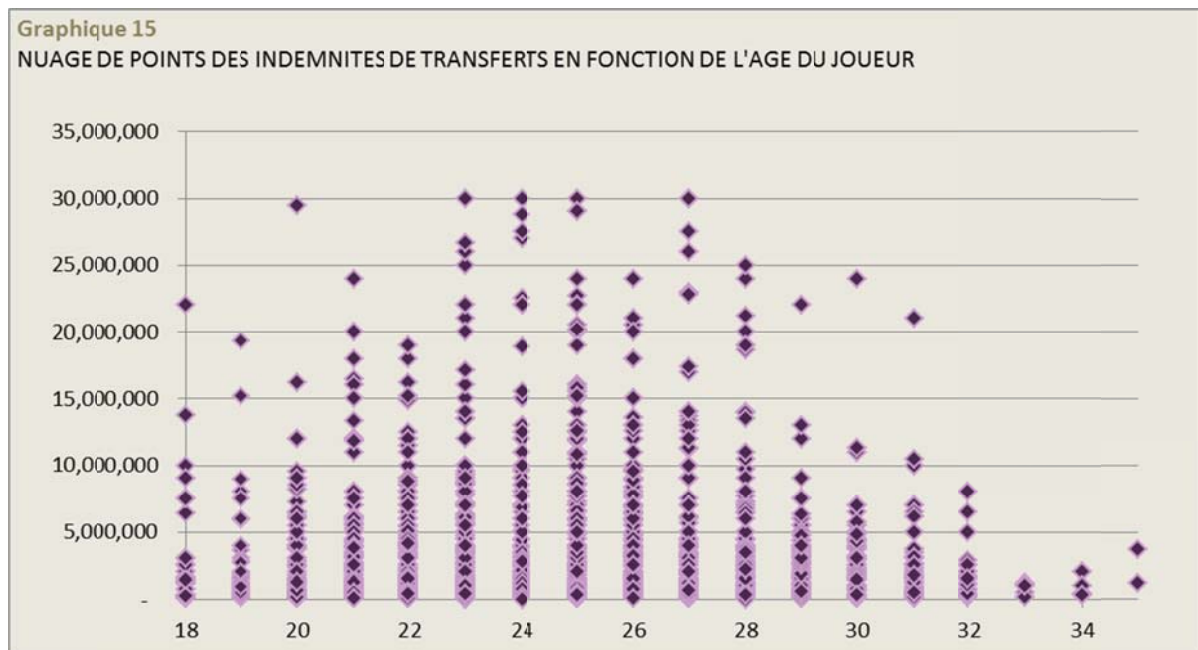
$$\log(v_i) = \log(v_0) + \alpha_{DC} pos_{DC,i} + \dots + \beta_a per_i + \dots + \beta_1 an_i + \beta_2 pec_i + \beta_3 an_i^2 + \beta_4 an_i pec_i + u_i$$

La valeur d'un défenseur central est égale à la valeur d'un joueur évoluant à un autre poste mais possédant les mêmes autres caractéristiques (même club, même âge, performances similaires...) plus α_{DC} . L'attention doit donc être portée sur l'interprétation des paramètres de cette spécification, qui expriment à eux seuls les différences de valeurs toutes choses égales par ailleurs entre les différentes sous-populations.

L'apport de chaque variable n'étant pas significatif, il convient de tester chacune d'entre elle et dans un principe de parcimonie d'optimiser le modèle en ne sélectionnant qu'un nombre réduit de facteurs exprimant la majeure partie des variations de valeur entre les contrats joueurs.

1.5 Analyse descriptive des facteurs explicatifs

Nous allons étudier séparément l'influence et la significativité de chaque variable explicative sur le salaire : après une première analyse univariée de chaque variable explicative retenue, nous ferons une analyse multivariée de ces dernières afin de déceler les fortes corrélations entre ces facteurs. A partir des données, nous pouvons constater par exemple qu'il est rare qu'un joueur de plus de 30 ans soit transféré pour un montant supérieur 10m€ ; ou que les transferts supérieurs à 20m€ semblent concernés majoritairement des joueurs en milieu de carrière (23 à 28 ans). Voir graphique ci-dessous.



Nous effectuerons également les statistiques inférentielles adéquates permettant de tester la significativité de l'apport individuel de chaque facteur explicatif à l'explication du montant de l'indemnité de transfert. Nous aurons ainsi une première idée de l'apport de chacun d'entre eux dans la modélisation de la valeur d'un contrat joueur.

Facteurs qualitatifs

Nous allons nous intéresser dans un premier temps à la dépendance éventuelle entre le montant auquel un joueur est transféré et les trois variables qualitatives retenues que sont la saison du transfert, la position occupée par le joueur et le pied favori de ce dernier.

Pour chacun de ces facteurs, nous avons regroupé dans les tableaux ci-après pour chaque modalité la quantité de transferts répertoriés, la moyenne et le coefficient de variation du montant de transfert. A partir des données, nous avons également effectué sous R, un test de Fisher d'analyse de la variance (ANOVA), qui s'il est significatif, permet de conclure à l'influence du facteur qualitatif sur la variable à expliquer ; compte tenu des différences entre les sous-populations générées par les modalités du facteur explicatif.

Saison du transfert

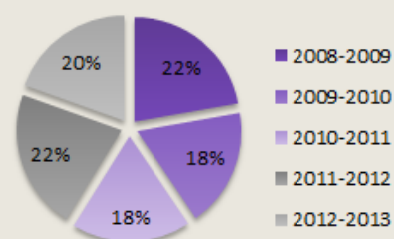
La saison pendant laquelle a eu lieu le transfert ne semble pas influencé a priori le montant de transfert du joueur. En effet, alors qu'on aurait raisonnablement pu imaginer qu'il existe une composante inflationniste à travers le temps, le montant moyen du transfert d'un contrat joueur s'est montré relativement stable au cours des cinq dernières saisons.

Tableau 13

STATISTIQUES FACTEURS EXPLICATIFS QUALITATIFS : SAISON DU TRANSFERT

Saison \ Statistiques	Nombre de transferts	Moyenne	Coefficient de Variation
2008-2009	363	3,841,460	122%
2009-2010	300	4,532,752	126%
2010-2011	299	3,919,666	132%
2011-2012	354	3,779,708	130%
2012-2013	319	3,675,666	123%
ANOVA	Fisher test	1.399	21.36%

Nombre de transferts par saison



La crise économique, qui a obligé de nombreux clubs à des coupes budgétaires (dont le poste transfert est le plus variable) en est sans doute la raison. 2009-2010 est la saison durant laquelle les contrats joueurs du marché secondaire se sont vendus en moyenne le plus cher (4,5m€), depuis le prix moyen d'un contrat joueur n'a cessé de décroître. Cependant les différences entre saisons ne permettent pas de conclure à un impact significatif de la saison sur le montant de transfert (test de Fisher non-significatif). La variable saison sera introduite en tant que variable quantitative dans le modèle (i.e. 2008 pour 2008-2009). La corrélation entre l'année de transfert, et le montant de l'indemnité est de -2.8% au sein des données recueillies.

Il est intéressant de noter également que le nombre de transferts est resté stable au cours des différentes saisons au sein des 8 championnats sélectionnés. Cela est probablement motivé par la nécessité de certains clubs à vendre en période de restreinte budgétaire (327 transferts payants en moyenne par saison).

Position du joueur

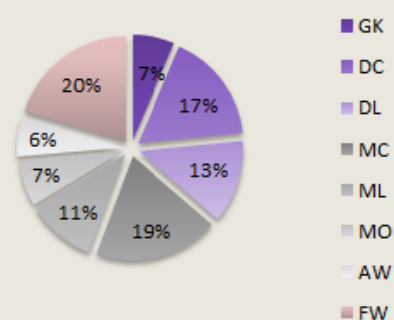
Le tableau ci-dessous montre la disparité des indemnités moyennes versées en fonction du poste occupé par le joueur transféré.

Tableau 14

STATISTIQUES FACTEURS EXPLICATIFS QUALITATIFS : POSITION

Position / Statistiques	Nombre de transferts	Moyenne	Coefficient de Variation
GK	105	2,465,086	146%
DC	278	3,735,788	119%
DL	211	3,132,623	130%
MC	316	3,819,661	122%
ML	175	3,723,257	133%
MO	119	6,334,790	117%
AW	98	3,970,051	109%
FW	333	4,435,300	125%
ANOVA	Fisher test	6.732	0.00%

Répartition par poste des joueurs transférés



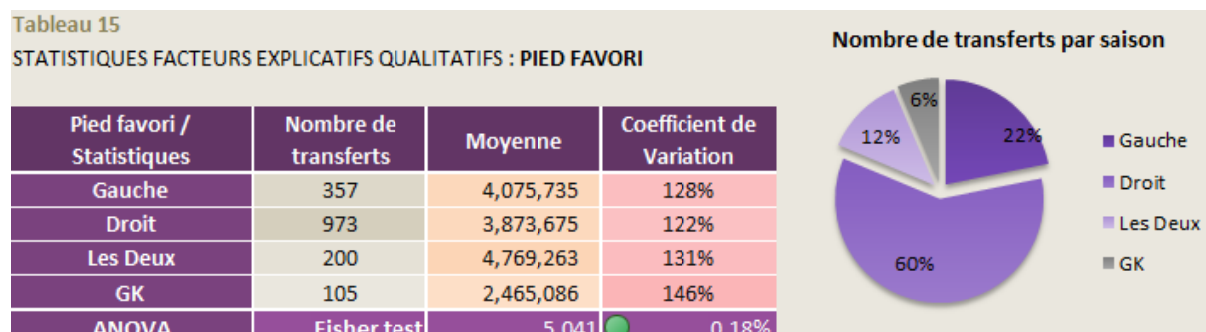
Nous remarquons en effet que plus les postes sont offensifs, plus le montant des indemnités augmente ; les joueurs à vocation offensive (MO, AW, FW) ont été transférés en moyenne pour des montants plus importants que les joueurs à vocation défensive (GK, DC, DL) : 4,8m€ vs 3,3m€. Tandis que les joueurs du milieu de terrain (MC, ML) sont échangés en moyenne pour 3,8m€ qui correspond environ à la moyenne globale des montants de transferts répertoriés (3,9m€). Le test de Fisher conclut à une influence largement significative du poste occupé par le joueur sur le prix auquel le contrat de ce dernier est échangé.

On peut également noter qu'il existe une volatilité plus importante du montant de transfert pour les gardiens de but, qui semble retranscrire une disparité de niveau plus hétérogène des joueurs occupant ce poste spécifique.

Enfin on constate que les attaquants sont les plus largement échangés (20% des transferts répertoriés) alors qu'ils ne représentent généralement qu'un ou deux des onze joueurs alignés sur un terrain par un club. Cette fréquence de transfert plus élevée est probablement liée au fait que l'attaquant occupe l'un des postes clefs d'une équipe et que par conséquent il est souvent considéré comme la priorité en terme de recrutement. A contrario, les gardiens de but qui ont généralement tendance à se stabiliser dans un club, ont une fréquence de transfert plus faible.

Pied favori du joueur

Ce poste n'ayant pas d'incidence sur le niveau d'un gardien de but, nous avons exclu ces derniers dans la détermination de l'impact du pied favori sur le montant de transfert du joueur à travers la création d'une modalité GK.



Comme attendu, la rareté semble s'acheter à un prix plus élevé puisque les gauchers, qui représente une minorité des footballeurs (23% des joueurs de champs) ont été transférés en moyenne pour 4,0m€ tandis que les droitiers (64%) ont coûté en moyenne 3,8m€. Encore plus cher, se trouve la polyvalence, puisque les contrats des joueurs pouvant jouer aussi bien du pied droit que du pied gauche se sont échangés en moyenne à 4,8m€.

Le pied du joueur semble donc a priori avoir un impact significatif sur la valeur de ce dernier.

Facteurs quantitatifs

Nous allons désormais nous intéresser à la corrélation entre le montant auquel un joueur est transféré et chacune des variables quantitative retenues dans le modèle.

Le tableau ci-après reprend les principales statistiques des facteurs quantitatifs autres que ceux relatifs aux performances antérieures du joueur transféré :

Tableau 16

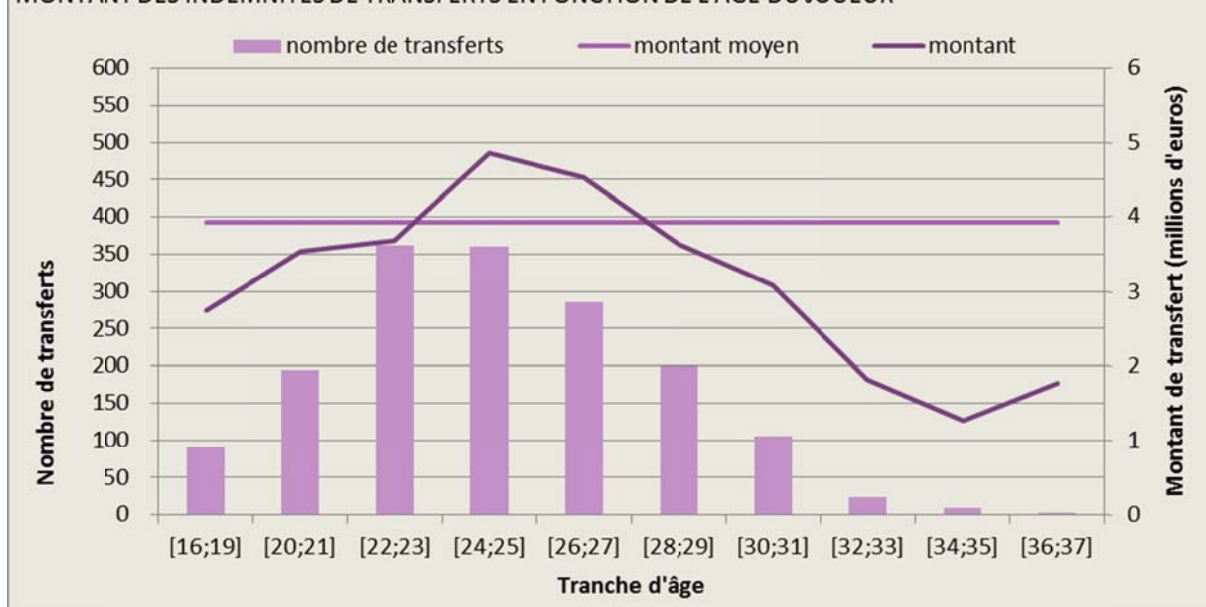
STATISTIQUES FACTEURS EXPLICATIFS QUANTITATIFS
(hors variables de performances)

Variables \ Statistiques	Nom de la variable	Moyenne	Min	Max	Ecart-Type	Coefficient de Variation	Corrélation av. Montant
âge	age	24.66	16.00	37.00	3.36	14%	0%
ancienneté	an	6.66	0.00	19.00	3.35	50%	0%
ancienneté ²	an2	55.64	0.00	361.00	50.31	90%	-3%
taille (m)	taille	1.83	1.62	2.02	0.07	4%	-7%
niveau club	nivc	4.05	0.27	16.60	3.45	85%	39%
indicateur sélection	inds	1.12	0.00	4.80	1.27	113%	42%

La première observation qui est faite à partir de ce tableau, et qui peut paraître étrange à première vue est l'absence de corrélation entre l'âge et la valeur de joueur. En réalité le faible niveau de corrélation linéaire affiché dans ce tableau est lié au fait que la valeur moyenne fluctue de façon hyperbolique avec l'âge et non de façon linéaire : le graphique ci-après montre que le niveau d'indemnité payé pour transférer un joueur augmente avec l'âge de ce dernier jusqu'à ses 25 ans puis il diminue jusqu'à l'âge de fin de carrière.

Graphique 16

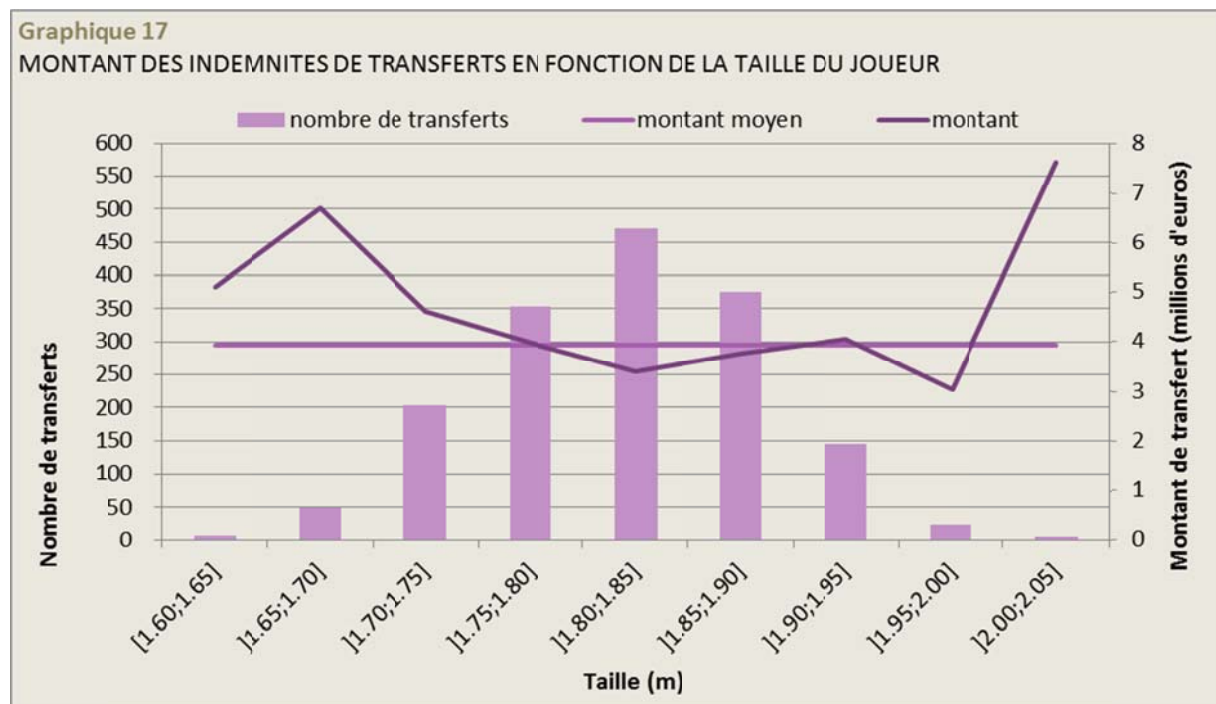
MONTANT DES INDEMNITES DE TRANSFERTS EN FONCTION DE L'AGE DU JOUEUR



Cette évolution en forme de cloche a pour effet de renvoyer un coefficient linéaire quasi nul : la corrélation étant positive pour approximativement la moitié des transferts, et négative pour l'autre moitié (l'âge médian étant 24 ans).

De la même façon, l'ancienneté, qui est simplement calculée comme étant $\text{MAX}(0, \text{âge}-18)$, et sa forme quadratique ont une corrélation linéaire avec l'indemnité de transfert quasi nulle ; la faible corrélation négative avec l'ancienneté² s'expliquant par le fait que la corrélation négative avec l'âge dès 25 ans est d'avantage accentuée que la corrélation positive avant 25 ans compte tenu que l'ancienneté (fonction de l'âge) est au carré.

Autrement nous observons que la taille des joueurs est distribuée normalement autour de 183 cm. En revanche il est difficile de dire à ce stade que la taille du joueur a un quelconque impact sur la valeur de celui-ci, cependant le graphique ci-dessous semble montrer ce sont les joueurs de petite taille qui coûterait en moyenne plus cher. Ceci pourrait être expliqué par le fait que pour qu'un footballeur de moins de 1m70 devienne professionnel il lui faille énormément de talent afin de combler son déficit athlétique.



Les fortes corrélations entre l'indemnité de transfert et le niveau du club, calculé dans la partie précédente, ainsi qu'avec l'indicateur sélection (nombre de points FIFA de la sélection du joueur au moment du transfert / nul si non international) semblent confortés la précision et la justesse de leur sélection.

L'indicateur sélection, pose tout de même problème compte tenu de l'écart existant entre 0 (non international) et le nombre de points FIFA des sélections les plus faibles (coefficient de variation élevé). De plus nous ne souhaitons pas forcément mixer ces deux types d'information, car un joueur non international ne vaut pas forcément moins qu'un joueur d'une sélection ou le niveau de concurrence est limité. En effet pour exemple il existe une multitude de joueurs professionnels français, non appelés en équipe de France mais qui pourraient largement prétendre à une convocation d'une sélection plus faible telle que le Luxembourg ou Andorre, si ils en avaient la nationalité.

De ce fait nous serons tenté d'intégrer une variable binaire (international ou non) dans le modèle économique multivarié afin de séparer ces deux informations et de ne pas biaiser le coefficient rattaché à l'indicateur du niveau de la sélection nationale.

Regardons à présent les statistiques qui réfèrent à la forme du joueur (performances sur la dernière saison) et les corrélations existantes avec le montant d'indemnité de transfert.

Tableau 17
STATISTIQUES FACTEURS EXPLICATIFS QUANTITATIFS : FORME DU JOUEUR
(variables de performances récentes)

Compétition	Statistiques	Nom de la variable	Moyenne	Min	Max	Ecart-Type	Coefficient de Variation	Corrélation av. Montant
Championnat	nombre de matches	percm	26	0	49	9	35%	17%
	goals	percg	4	0	35	5	123%	19%
	passes décisives	perca	3	0	22	3	119%	28%
	temps de jeu (min)	perct	1,689	0	4,201	1,004	59%	12%
Championnat pondéré avec indicateur final	nombre de matches	percmw	65	0	525	56	86%	35%
	goals	percgw	9	0	237	15	160%	36%
	passes décisives	percaw	7	0	140	10	158%	42%
	temps de jeu (min)	perctw	4,184	0	43,448	4,359	104%	31%
Ligue des Champions (C1)	nombre de matches	perc1m	1	0	12	2	274%	39%
	goals	perc1g	0	0	6	0	581%	34%
	passes décisives	perc1a	0	0	5	0	563%	35%
	temps de jeu (min)	perc1t	51	0	1,002	151	294%	38%
Ligue Europa (C3)	nombre de matches	perc3m	1	0	14	2	221%	18%
	goals	perc3g	0	0	7	1	426%	17%
	passes décisives	perc3a	0	0	7	1	484%	17%
	temps de jeu (min)	perc3t	83	0	1,221	190	229%	19%
Internationale	nombre de matches	perim	2	0	2,015	4	170%	37%
	goals	perig	0	0	23	1	341%	26%
	passes décisives	peria	0	0	16	1	338%	33%
	temps de jeu (min)	perit	170	0	7	315	185%	34%
Internationale pondéré avec indicateur final	nombre de matches	perimw	6	0	64	10	186%	44%
	goals	perigw	1	0	33	3	352%	31%
	passes décisives	periaw	0	0	30	2	380%	35%
	temps de jeu (min)	peritw	379	0	5,246	754	199%	41%

L'information qui ressort en premier de ce tableau est la corrélation positive (attendue) entre toutes les statistiques et la valeur d'un joueur. Cela signifie que plus un footballeur a joué, marqué ou fait de passes décisives au cours des 12 derniers mois, plus sa valeur sur le marché est élevée.

Nous pouvons voir qu'à priori les performances réalisées en Ligue des Champions au cours de la dernière saison sont les plus fortement corrélées. S'agissant de la reine des compétitions en Europe, la C1 ne rassemble que les meilleurs clubs européens ; de ce fait d'une part les clubs qui y participent ont des revenus supplémentaires liés à cette compétition, donc sont moins à même d'avoir la nécessité de vendre des joueurs (niveau d'offre plus faible : prix augmente) et d'autre part les joueurs qui jouent et qui brillent dans cette compétition sont les plus talentueux, donc forcément les plus chers.

Nous voyons que les performances en Ligue Europa, compétition européenne de second rang, sont moitié moins positivement corrélées à la valeur auquel un joueur est échangé que celles en Ligue des Champions.

Nous constatons également que les performances en compétition internationale sont fortement corrélées à l'indemnité de transfert, compte tenu que les joueurs appelés à disputer ces matchs internationaux sont par définition les meilleurs de leur pays respectif.

Enfin nous pouvons observer que les variables d'interactions qui croisent les performances en championnat / compétition internationale respectivement au niveau du club / niveau de la sélection sont davantage positivement corrélées au montant de transfert ; ce qui appuie l'importance de ne pas dissocier entièrement ces performances du niveau de compétition.

Remarque: On peut s'interroger sur l'absence de la prise en compte des récentes blessures comme facteur explicatif dans notre modèle, car on a vu historiquement qu'elles pouvaient sensiblement impacter la valeur d'un joueur.

Nous estimons que cette information est incluse dans les performances à court-terme : un joueur blessé ne pouvant pas jouer, son absence se matérialise par une baisse de ces statistiques en fin de saison.

Intéressons-nous désormais aux statistiques reflétant l'expérience du joueur à travers le tableau ci-dessous :

Tableau 18

STATISTIQUES FACTEURS EXPLICATIFS QUANTITATIFS : EXPERIENCE DU JOUEUR

(variables de performances cumulées)

Compétition	Statistiques	Nom de la variable	Moyenne	Min	Max	Ecart-Type	Coefficient de Variation	Corrélation av. Montant
Championnat	nombre de matches	peccm	111	0	420	71	64%	20%
	goals	peccg	16	0	173	21	131%	27%
	passes décisives	pecca	9	0	73	10	120%	34%
	temps de jeu (min)	pecct	7,018	0	27,396	4,919	70%	22%
Ligue des Champions (C1)	nombre de matches	pecc1m	4	0	86	10	250%	33%
	goals	pecc1g	0	0	28	2	435%	32%
	passes décisives	pecc1a	0	0	17	1	382%	34%
	temps de jeu (min)	pecc1t	280	0	6,951	736	263%	32%
Ligue Europa (C3)	nombre de matches	pecc3m	5	0	52	7	150%	27%
	goals	pecc3g	1	0	16	2	277%	25%
	passes décisives	pecc3a	0	0	10	1	293%	27%
	temps de jeu (min)	pecc3t	352	0	3,270	546	155%	27%
Internationale	nombre de matches	pecim	8	0	101	14	173%	32%
	goals	pecig	1	0	44	3	310%	28%
	passes décisives	pecia	1	0	23	2	294%	35%
	temps de jeu (min)	pecit	555	0	7,441	1,046	188%	29%

Nous pouvons observer que les performances à court-terme semblent d'avantage influencer le niveau du montant de transfert que les performances à long terme, et que les corrélations avec l'indemnité de transfert sont un peu plus homogènes quelle que soit la compétition ou la statistique retenue.

Nous voyons également que les statistiques sur les passes décisives sont globalement plus corrélées aux indemnités de transferts que les autres statistiques. Cela rejoint le fait que les milieux offensif / ailiers (joueurs qui distillent le plus de passes décisives) soient les joueurs en moyenne les plus chers.

Il sera donc intéressant de voir si l'impact de la position du joueur est toujours visible toute chose égale par ailleurs.

Il peut paraître paradoxal que les performances en championnat affichent une corrélation moins importante au montant de transfert que les performances en coupe d'Europe ou en compétition internationale; étant donné que le championnat est de loin la compétition au cours de laquelle un joueur dispute le plus grand nombre de matchs au cours d'une saison, et donc à fortiori représente une base plus importante d'observation/évaluation.

On réalise en fait ici, sans doute, l'influence des compétitions internationales à travers le fait qu'elles réunissent uniquement les meilleurs clubs et par conséquent les meilleurs joueurs, forcément plus onéreux.

Conclusion partielle : A la suite de ces statistiques inférentielles, il conviendrait éventuellement de retirer de l'étude les variables « taille » et « saison du transfert », peu corrélées avec notre variable explicative. Cependant nous décidons à ce stade de l'étude de les conserver et de tester leur impact toute chose égale par ailleurs à travers la modélisation multivariée qui va suivre.

Compte tenu du nombre important de variables explicatives nous allons désormais nous intéresser à la dépendance entre celles-ci, car la présence d'information redondante risquerait de biaiser nos estimations.

1.6 Analyse des corrélations entre variables explicatives

Le modèle a pour but de tirer le maximum de l'information dont nous disposons afin d'expliquer le niveau d'indemnité de transfert. Cependant plusieurs des variables récupérées dans le cadre de sa construction sont corrélées les unes aux autres. En effet, la matrice des corrélations entre variables explicatives révèle une forte dépendance (corrélation > 30%) entre :

- l'âge et l'ancienneté : la seconde étant linéairement fonction de l'autre.
- la taille et les passes décisives ; a priori indépendantes, ces deux variables pourraient avoir comme lien commun le poste occupé par le joueur : car les milieux offensifs / ailiers qui sont en moyenne plus petits (1m78 contre 1m83 en moyenne) sont les joueurs qui font le plus de passes décisives.
- l'âge/ancienneté du joueur et ses performances cumulées : plus un joueur est âgé, plus son expérience sur le terrain a des chances d'être élevée, et a fortiori ses statistiques (nombre de matchs en championnat notamment : 60-70% de corrélation).
- le niveau du club vendeur et les performances en C1/C3 du joueur : l'indicateur de niveau du club étant partiellement construit à partir des performances en C1/C3 du club.
- l'indicateur de sélection et les performances en compétition internationale ; deux raisons à cela : premièrement plus une sélection nationale est compétitive, plus elle a été loin lors des précédentes compétitions donc plus le joueur a eu l'occasion de jouer/être performant avec son pays. Deuxièmement, cet indicateur étant forcé à 0 pour les joueurs n'ayant aucune sélection la corrélation est ici implicite.
- Les performances entre elles : plus de matchs impliquant plus de temps de jeu, plus de chances de marquer des buts ou de faire des passes décisives. L'autre dimension est que nous incluons dans les performances cumulées, celles de la dernière saison.

L'absence de colinéarité entre les variables explicatives une des hypothèses structurelles de la régression linéaire multiple. Nous avons donc dû modifier certains des facteurs explicatifs afin d'y répondre au plus près:

- La variable ancienneté a été préférée à la variable âge.
- Le nombre de matchs cumulés par compétition ne sera pas introduit seul mais conjointement à la variable ancienneté. L'interaction entre les deux apportant une information ainsi relative au niveau précocité du joueur : un joueur avec peu d'ancienneté mais déjà beaucoup d'expérience sera considéré comme précoce ; au contraire d'un joueur ancien qui compterait peu de matchs au compteur.
- L'indicateur de l'association du club a été préféré finalement à la variable niveau du club. La composante relative aux performances du club en compétition européenne a donc été éliminée. *Ce changement montre une forte corrélation entre les performances pondérées en championnats et l'indicateur de l'association. Nous avons donc décidé de conserver les performances en championnat, brutes de pondération et nous ajouterons une variable d'interaction entre les deux au sein du modèle. De même pour les variables performances en sélections internationales qui seront brutes de pondération (+ interaction avec indicateur sélection).*

Pour les nombreuses variables performances, où la corrélation inter variables est importante, nous avons dans un premiers temps retranché les performances court-terme aux performances cumulées, afin qu'elles soient indépendantes. Nous avons ensuite diligenté une étude supplémentaire afin de cibler les ressemblances entre ces facteurs explicatifs et de déterminer les variables à conserver en vue de la régression.

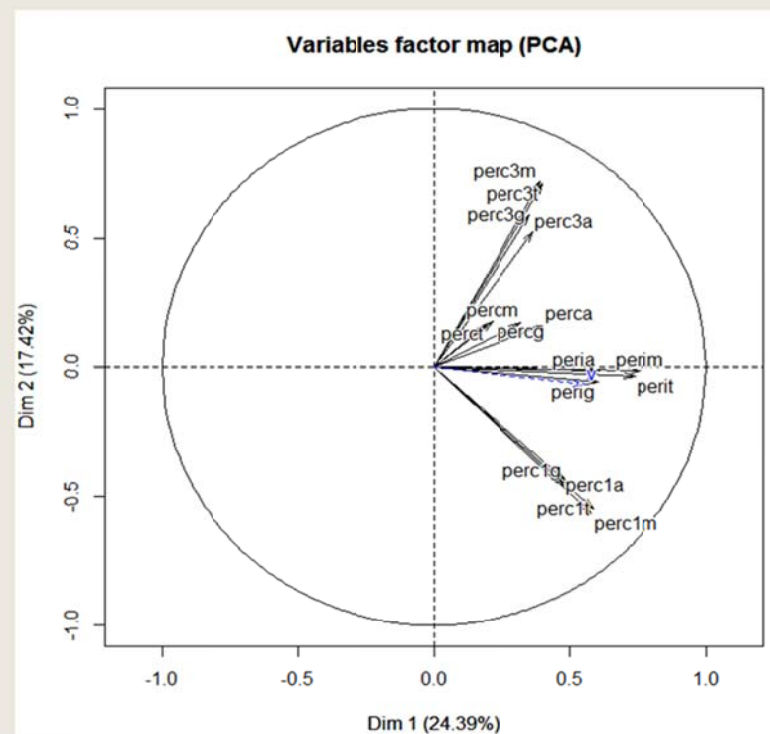
Analyse en composante principale des variables performances

L'analyse en composantes principales (ACP), développée en France dans les années 1960 par JP. Benzécri, est une méthode statistique exploratoire permettant de mettre en évidence d'éventuelles structures au sein des données.

Nous souhaitons réaliser cette étude approfondie dans le but de visualiser les variables qui apportent la même information au sein des variables de performances définies précédemment ; l'objectif étant d'étudier les similitudes et les différences selon les critères choisis. En terme statistique, le but est de réaliser une « carte » des ressemblances entre facteurs.

L'analyse en composantes principales a été sélectionnée compte tenu du fait que les données sont de type individus x variables quantitatives. Nous avons utilisé cette méthode sur l'ensemble des 24 variables de performances à court terme. Le premier plan factoriel qui regroupe environ 42% de l'information (voir graphique ci-dessous), montre une corrélation positive de l'ensemble des variables au premier axe factoriel. Celui-ci semble en effet représenter le niveau de performance au global ; à savoir plus un joueur se situe sur la partie droite du plan, plus il aura été performant au cours de la saison dernière, toutes compétitions confondues.

Graphique 18
ACP SUR LES VARIABLES PERFORMANCES RECENTES : PREMIER PLAN FACTORIEL



[Source : R]

On remarque également que le niveau de corrélation au premier axe varie ; les performances en compétition internationale sont les plus corrélées à cet axe de performance global, tandis que les performances en Ligue Europa (C3) et en championnat sont les moins corrélées. Cela reflète en quelque sorte l'importance de chaque compétition au sein d'un indicateur global de performance; les compétitions internationales et la Champions League étaient considérées comme les compétitions reines.

Le second axe qui regroupe près de 17.5% de l'information sur les performances de la saison passée exprime la différence entre compétitions et notamment l'antinomie entre les performances en C1 et celles en C3 (forte corrélation positive des facteurs de performance en C3 / forte corrélation négative des facteurs de performances en C1 / corrélation quasi nulle de l'ensemble des autres facteurs). En effet, hormis quelques équipes qui sont reversées en cours de saison de C1 en C3 après la première phase des compétitions européennes, les clubs jouent l'une ou l'autre des compétitions, ou aucune. De ce fait la majorité des joueurs, sur une saison, ne peuvent être performants que sur l'une ou l'autre de ces compétitions européennes.

Le 3^{ème} axe (14,6%) exprime une indépendance entre les performances liées aux matchs de championnat (variables perc*) et les compétitions non domestiques. Cet axe traduit notamment le fait qu'un joueur puisse être très performant en championnat lors de la saison dernière mais que dans le même temps si son club ne jouait pas de compétition européenne ou si le joueur n'a pas été convoqué pour jouer avec son équipe nationale, il n'a pas pu être performant dans d'autres compétitions.

Le 4^{ème} axe (11.7%) apporte une distinction entre les performances en clubs (championnat, C1, C3), toutes corrélées positivement à cet axe factoriel, et les performances en compétitions internationales qui ont toutes une corrélation négative. Là encore, l'ensemble des indicateurs sont regroupés par compétitions. *Les autres axes représentent chacun moins de 5% ou moins de l'information.*

Le constat de similitude de l'information au sein de chacune des compétitions, quelque soit l'indicateur, amène à penser qu'un seul indicateur par compétition devrait être retenu par le modèle économétrique sans que cela n'altère sensiblement la qualité de celui-ci. De ce fait nous avons décidé de ne conserver telles quelles, les variables portant sur le nombre de matches par compétition : percm, perc1m, perc3m, perim, car c'est l'indicateur de performance le plus synthétique et globalement le plus corrélé à la variable à expliquer. Nous avons en revanche agrégé les variables buts, passes, minutes de jeu entre compétitions et nous les avons transformées en ratio (par match) afin de ne pas capturer le même type d'information.

Remarque: Nous avons également effectué ce travail sur les 16 variables performances cumulées. L'ACP qui permet également de concentrer près de la moitié de l'information sur le premier axe donne des résultats très similaires. Par conséquent nous avons décidé d'appliquer les mêmes regroupements/transformation.

A partir de ce nouveau jeu de variables performances retenu, nous avons entrepris de regarder la nouvelle structure des données afin de valider les modifications apportées aux variables originelles.

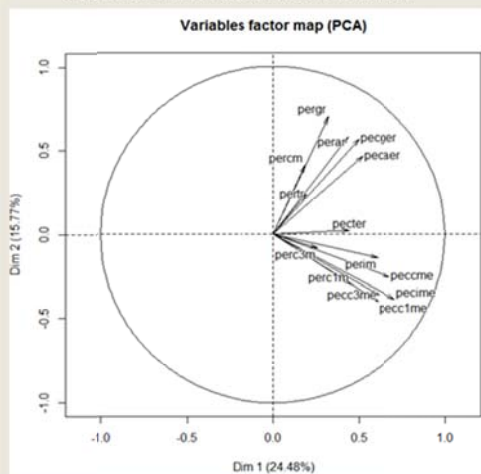
Nous constatons désormais que le premier plan factoriel divise les données selon un premier axe (25% de l'information) majoritairement corrélé au nombre de matchs dans les différentes compétitions tandis que le second axe factoriel (15%) est principalement corrélé au nombre de buts et passes décisives du joueur au cours de sa carrière. La distinction par compétition se retrouvant sur le 3^{ème} axe factoriel (9%). Les changements apportés aux variables ont donc permis de mettre en évidence l'importance des indicateurs ratios buts et passes par match.

Puisque l'on sait que les attaquants sont achetés pour marquer des buts et les milieux pour délivrer des passes, nous avons entrepris d'observer la relation entre la position occupée par le joueur et les variables buts/passes, en affectant une couleur à chaque joueur en fonction de sa position sur le graphique des individus du premier plan factoriel. Nous pouvons ainsi aisément distinguer sur le second axe factoriel une segmentation claire des joueurs suivant leur position.

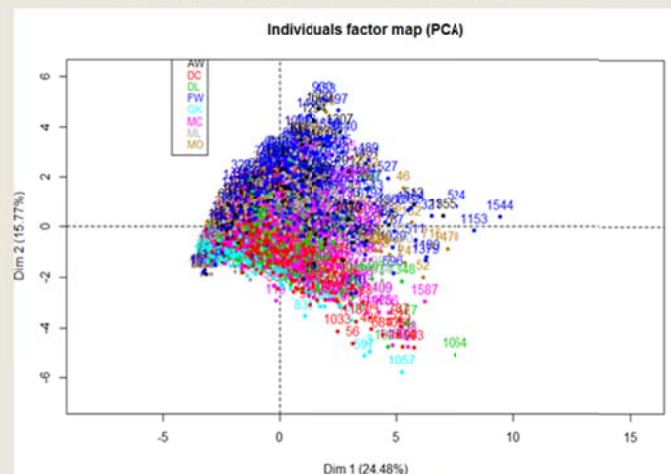
Graphique 19

MAPPING DES JOUEURS PAR POSITIONS A PARTIR DES VARIABLES PERFORMANCES RETENUES

Premier Plan Factoriel : variables



Premier Plan Factoriel : individus



[Source : R]

Cette segmentation montre de façon évidente que plus le joueur évolue haut sur le terrain (de gardien à attaquant), plus son ratio de but/passe par match est en moyenne élevé. Dès lors, il apparaît évident que l'impact du ratio de buts marqués sera significativement différent entre un attaquant et un défenseur.

Par conséquent, nous intégrerons dans la modélisation des variables d'interactions entre la position du joueur et les ratios buts/match et passes décisives/match au sein d'un modèle global afin de prendre en compte cette disparité par poste.

Afin de disposer d'un nombre suffisant de données dans chacun des postes et compte tenu des similitudes entre positions visibles dans le graphique ci-dessus, nous regrouperons les positions initiales ainsi : Gardien: GK / Défenseur: DC, DL / Milieu: MC, ML, MO / Attaquant: AW, FW

Nous avons ainsi divisé le nombre de variables explicatives par trois :

Tableau 19

FACTEURS EXPLICATIFS RETENUS (hors variables d'interaction)

Variables	
an	ancienneté
taille	taille
sai	saison
indp	indicateur pays du club (association)
inds	indicateur sélection
percm	nombre de matchs en championnat (saison précédente)
perc1m	nombre de matchs en C1 (saison précédente)
perc3m	nombre de matchs en C3 (saison précédente)
perim	nombre de matchs en sélection (saison précédente)
pert	temps de jeu par match (saison précédente)
pergr	but par match (saison précédente)
perar	passes décisives par match (saison précédente)
pecger	temps de jeu par match (carrière excl. Saison dernière)
pecaer	but par match (carrière excl. Saison dernière)
pecter	passes décisives par match (carrière excl. Saison dernière)
posg	position (Gardien, Défenseur, Milieu, Attaquant)
pied	pied (Gardien, gauche, droite, les deux)

Les différentes modifications apportées dans le choix et la forme des variables explicatrices qui seront utilisées dans le modèle ont permis de réduire significativement la corrélation entre ces dernières (voire matrice ci-dessous). Seuls certains des ratios de performances restent fortement corrélés entre eux : plus un joueur est performant (but, passes), plus il a de temps de jeu.

Tableau 20

CORRELATIONS ENTRE FACTEURS EXPLICATIFS
(focus sur les variables performances cumulées)

Variables						perf. de la saison dernière					perf. historiques				
	an	taille	sai	indp	inds	percm	perc1m	perc3m	perim	pert	pergr	perar	pecger	pecaer	pecter
an	100%														
taille	2%	100%													
sai	-8%	-1%	100%												
indp	16%	-7%	16%	100%											
inds	31%	-7%	2%	11%	100%										
percm	12%	-9%	4%	2%	4%	100%									
perc1m	16%	-2%	1%	7%	28%	-3%	100%								
perc3m	10%	-1%	1%	-1%	24%	1%	0%	100%							
perim	16%	-14%	3%	3%	25%	60%	15%	19%	100%						
pert	1%	-7%	6%	-9%	6%	26%	0%	1%	26%	100%					
pergr	0%	-29%	9%	-1%	17%	26%	7%	6%	32%	39%	100%				
perar	4%	-10%	0%	-3%	3%	18%	-5%	-3%	75%	17%	20%	100%			
pecger	13%	-7%	3%	-2%	19%	12%	8%	6%	16%	61%	36%	5%	100%		
pecaer	6%	-25%	18%	-1%	24%	9%	10%	10%	20%	30%	50%	10%	45%	100%	
pecter	34%	-3%	1%	4%	26%	12%	8%	8%	21%	-1%	10%	13%	21%	25%	100%

A suivre: la partie modélisation , dans laquelle certaines variables quantitatives seront amenées à être regroupées en modalités notamment dans le cadre des interactions.

2 Régression linéaire

Après avoir décrit et sélectionné l'ensemble des facteurs explicatifs dans les paragraphes précédents, nous allons désormais étudier séparément l'influence et la significativité de chacun d'entre eux sur la valeur d'un contrat joueur à travers la régression linéaire.

La modélisation économétrique nous permet d'observer ces effets toutes choses égales par ailleurs. Pour cela nous allons directement procéder à la modélisation de notre variable à expliquer en fonction de la totalité des variables que nous possédons. Ces dernières seront testées une à une afin de vérifier qu'elles apportent marginalement de l'information dans la détermination de la valeur d'un contrat joueur.

Dans un premier temps nous allons revenir sur la définition théorique de la régression linéaire classique et rappeler les hypothèses nécessaires à son utilisation ; puis nous expérimenterons plusieurs modèles dans lesquels nous testerons l'ajout/la transformation de variables et/ou d'interactions. Une fois la sélection du modèle terminé, nous verrons si les hypothèses sont validées ou s'il est nécessaire de recourir à un autre type de modélisation.

2.1 Eléments théoriques

Définition de la régression linéaire classique

Le modèle linéaire consiste à établir une relation du type linéaire entre une variable à expliquer Y et k variables explicatives $X = (X_1, \dots, X_k)$. Il peut s'écrire de la forme suivante :

$$Y = X\beta + \epsilon = \sum_{j=1}^k \beta_j X_j + \epsilon$$

- Y est aléatoire ; on suppose que la variance de Y est constante : c'est ce qu'on appelle l'hypothèse d'homoscédasticité ;
- Les k variables $X_1, \dots, X_k$ sont déterministes
- β_j ($j = 1, \dots, k$) sont les paramètres du modèle, estimés à partir de techniques statistiques appropriées;
- ϵ est le terme d'erreur dans le modèle ; ϵ est une variable aléatoire non observée pour laquelle on pose les hypothèses suivantes : $\mathbb{E}(\epsilon) = 0$; $\text{Var}(\epsilon) = \sigma^2 > 0$, où le paramètre de dispersion σ^2 est inconnu (à estimer).

Les caractéristiques de ϵ impliquent : $\mathbb{E}(Y) = \sum_{j=1}^k \beta_j X_j$; $\text{Var}(Y) = \sigma^2$

L'estimation des paramètres de ce modèle est basée sur n observations simultanées des variables X_i et Y réalisées sur n individus indépendants. Pour la i -ème observation, les valeurs observées des variables sont notées y_i ; $x_i^1, \dots, x_i^k$ de sorte que le modèle s'écrit : $y_i = \sum_{j=1}^k \beta_j x_i^j + e_i$

On parle de modèle linéaire gaussien (ou classique) lorsqu'on ajoute l'hypothèse de normalité des résidus. Ainsi on suppose que Y suit une loi gaussienne : $Y \sim N(X\beta, \sigma^2)$

Estimation des paramètres du modèle

Il existe de nombreuses méthodes d'estimation pour définir les paramètres d'un modèle dont la méthode des moments, le maximum de vraisemblance et la méthode des moindres carrés

L'estimation par maximum de vraisemblance est basée sur la vraisemblance du modèle linéaire gaussien : $L(\beta; y) = \prod_{i=1}^n f(y_i; \beta)$, où $f(y_i; \beta)$ est la densité de la loi Normale sur Y .

Pour obtenir l'estimateur $\hat{\beta}$ du maximum de vraisemblance, on maximise sa logvraisemblance selon β en résolvant le système d'équations du maximum de vraisemblance :

$$\frac{\partial}{\partial \beta_j} \ln L(\beta_1, \dots, \beta_k; y) = 0 \text{ pour } j = 1, \dots, k$$

L'estimation par la méthode des moindres carrés consiste à estimer en minimisant la somme des carrés des résidus (SSR), tel que : $\phi(\hat{\beta}(y)) = \min \sum_{i=1}^n (\hat{e}_i)^2 = \min \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$

Cette méthode d'estimation ne nécessite pas de poser l'hypothèse de normalité des résidus.

Estimation de β

Si y est la réalisation de Y , l'estimation de β , $\hat{\beta}(y)$, est l'élément unique de $\mathbb{R}^k$ tel que $X\hat{\beta}(y) = \hat{y}$

On a donc $\hat{\beta}(y) = (X'X)^{-1}X'y$

$\hat{\beta}(y)$ est l'observation de la variable aléatoire $\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'Y$: $\hat{\beta}$ est la transformée de Y par l'expression $(X'X)^{-1}X'$.

$\hat{\beta}$ est un estimateur sans biais de β . Il a pour matrice de variance-covariance : $T_{\hat{\beta}} = \sigma^2(X'X)^{-1}$

$\hat{\beta}$ suit une loi gaussienne dans $\mathbb{R}^k$; on peut donc écrire : $\hat{\beta} \sim N_k(\beta; \sigma^2(X'X)^{-1})$

Valeurs ajustées et résidus calculés

Les $\hat{y}_i$ s'appellent les valeurs ajustées ou valeurs prédites par le modèle : $\hat{y}_i$ est une valeur approchée de y_i . On estime également les résidus $\hat{e}_i$. $\hat{y} = X(X'X)^{-1}X'y$ et $\hat{e} = y - \hat{y}$

$\hat{y} = X\hat{\beta}(y)$ est le vecteur des valeurs ajustées. $\hat{y}$ est l'observation de la variable aléatoire $\hat{Y}$.

$\hat{Y} = X(X'X)^{-1}X'Y$ avec $\hat{Y} \sim N_n(X\beta; \sigma^2 H)$, où $H = X(X'X)^{-1}X'$.

$\hat{e} = y - \hat{y}$ est le vecteur des résidus calculés. $\hat{e}$ est l'observation de la variable aléatoire

$\hat{E} = Y - \hat{Y} = (I_n - H)Y$ avec $\hat{E} \sim N(0; \sigma^2(I_n - H))$.

Propriétés : $\hat{Y}$ et $\hat{E}$ sont deux variables aléatoires indépendantes ; $\hat{E}$ et $\hat{\beta}$ sont deux variables aléatoires indépendantes.

Estimation de σ^2

Soit σ^2 la vraie valeur théorique de la variance des résidus, $\hat{\sigma}^2$ l'estimateur de σ^2 , et $\hat{\sigma}^2(y)$ la réalisation de la variable aléatoire $\hat{\sigma}^2$.

L'estimateur σ^2 est :

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n-k} \|\hat{E}\|^2 = \frac{1}{n-k} \|Y - \hat{Y}\|^2$$

L'estimation de σ^2 est donc : $\hat{\sigma}^2(y) = \frac{1}{n-k} \|\hat{e}\|^2 = \frac{1}{n-k} \|y - \hat{y}\|^2 = \{\|y\|^2 - \|\hat{y}\|^2\} / n - k$

Où $\|y\|^2 = \sum_{i=1}^n \hat{y}_i^2$ et $\|\hat{y}\|^2 = \hat{\beta}(y)'(X'y)$

Le dénominateur (n-k) provient du fait que l'on a estimé k paramètres dans le modèle.
Voici quelques Propriétés :

- $(n-k)\hat{\sigma}^2/\sigma^2 \sim \chi_{n-k}^2$
- $\hat{\sigma}^2$ est un estimateur sans biais de σ^2 et de variance $2\sigma^4/(n-k)$
- $\hat{Y}$ et $\hat{\sigma}^2$ sont deux variables aléatoires indépendantes ; $\hat{\beta}$ et $\hat{\sigma}^2$ aussi.

Limites

Les modèles linéaires classiques se base sur des hypothèses qui sont difficiles à valider :

- l'hypothèse de normalité des résidus est la plus restrictive car sous la forme linéaire du modèle elle suppose de vérifier la distribution gaussienne de la variable cible.
- l'hypothèse d'homoscédasticité, de la variable à expliquer, se révèle également problématique dans de nombreux cas. En effet, il n'est pas rare de constater une augmentation de la variance à mesure que la moyenne augmente, ce qui ne peut donc pas être modélisé par un modèle linéaire classique.

La validation d'un modèle de régression linéaire classique consiste à s'assurer que les hypothèses de départ sont vérifiées à travers l'étude des résidus. Le modèle linéaire généralisé (GLM) est une généralisation souple de la régression linéaire, permettant au modèle linéaire d'être relié à la variable réponse via une fonction lien et autorisant l'amplitude de la variance de chaque mesure d'être une fonction de sa valeur prévue.

Définition du modèle linéaire généralisé (MLG)

Le modèle linéaire généralisé permet d'unifier la théorie entre les cas classiques de régression linéaire et des cas plus récents et atypiques tels que la régression logistique, pouvant modéliser des données aussi bien quantitatives que qualitatives, asymétriques ou non dans leur distribution, à l'aide de co-variables qualitatives ou quantitatives indifféremment.

Les indicateurs usuels de la régression linéaire, auxquels les statisticiens sont habitués, sont transposés dans la mesure du possible : on retrouvera des écarts au modèle (déviante), des mesures de liaison, des résidus et des coefficients.

Le modèle linéaire généralisé part du même principe que celui du modèle linéaire classique. La différence est qu'au lieu de modéliser la variable à expliquer directement, c'est une fonction de l'espérance de cette variable (appelée fonction de lien) qui est modélisée.

Ce type de modèle tente de relier des variables explicatives $X_1, X_2, \dots, X_p$ à une variable (aléatoire) à expliquer Y de la manière suivante :

- Y suit une loi dont la densité appartient à la famille exponentielle.
- $E(Y)$ dépend de $\eta(X)$ au travers de la fonction g : $g(E(Y)) = g(\mu) = \eta(X)$, où g est une fonction inversible, appelée fonction lien, qui met en conformité la plage de valeurs autorisée pour $E(Y)$ et les valeurs du prédicteur linéaire
- On construit une combinaison linéaire des X_j (ie modèle de régression) :

$$\eta(x) = \sum_{j=0}^p \beta_j X_j$$

η est appelé prédicteur, il peut être vu comme une variable «synthétique», un résumé linéaire des variables explicatives ou une direction dans $\mathbb{R}^p$.

Les paramètres $(\beta_1, \dots, \beta_p)$ sont les coefficients de régression. Leur estimation se fait par maximum de vraisemblance et le choix de la distribution pour le modèle linéaire se fait en observant les données.

Le modèle linéaire généralisé s'écrit :

$$g(E[Y_i]) = g(\mu_i) = \sum_{j=0}^p \beta_j x_{ij}$$

Les principales caractéristiques de cette modélisation sont alors :

- Une transformation de l'espérance conditionnelle par une fonction de lien monotone et dérivable ;
- La modélisation de cette transformation par une combinaison linéaire des variables explicatives ;
- Des termes d'erreurs non gaussiens ;
- La définition de la loi conditionnelle de Y appartenant à la famille exponentielle.

Choix de la loi

Dans le cadre particulier des modèles linéaires généralisés, nous allons nous intéresser à une forme particulière de la famille de loi exponentielle. Nous supposerons en effet que la variable à expliquer Y possède une densité par rapport à une mesure dominante qui s'écrit :

$$f(y|\theta; \emptyset) = \exp\left(\frac{y\theta - b(\theta)}{a(\emptyset)} + c(y; \emptyset)\right)$$

- $a(\cdot)$ est une fonction non nulle, dérivable sur $\mathbb{R}$;
- $b(\cdot)$ est une fonction trois fois dérivable sur $\mathbb{R}$ et sa dérivée première est inversible ;
- $c(\cdot)$ est une fonction définie sur $\mathbb{R}^2$;
- θ est un paramètre canonique ou paramètre de la moyenne ;
- $\emptyset$ est un paramètre de dispersion.

Remarque : $a(\emptyset) = \emptyset$ pour des données individuelles sinon $a(\emptyset) = \emptyset/d$ pour des données groupées où d est l'effectif du groupe. Dans notre cas, nous fixerons $d = 1$.

Y possède les propriétés suivantes :

- son espérance est : $\mu = E(Y) = b'(\theta)$
- sa variance s'écrit : $Var(Y) = b''(\theta) * a(\emptyset)$

Le coefficient θ exerce un contrôle sur l'espérance et la variance de la variable à expliquer au moyen des fonctions $b'(\cdot)$ et $b''(\cdot)$. De plus, par définition la fonction $b'(\cdot)$ est inversible, nous disposons ainsi de la relation $\theta = (b')^{-1}(\mu)$. La fonction de lien g évoquée plus haut est alors appelée lien canonique lorsque la relation $g(\mu) = \theta = (b')^{-1}(\mu)$ est vérifiée. Le paramètre de dispersion $\emptyset$ n'influence quant à lui la variance de Y qu'à partir de la fonction $a(\cdot)$.

Le choix de la loi de probabilité de la fonction de réponse découle naturellement de l'étude de la distribution de la variable cible. On peut alors choisir comme fonction de lien la fonction de lien canonique associée à la loi de probabilité de la fonction de réponse étudiée. Cependant il est possible d'utiliser d'autres fonctions de lien et de retenir celle qui minimise la déviance.

Validation du modèle : critère d'Akaike (AIC)

Pour sélectionner le meilleur modèle nous allons nous appuyer sur une mesure qui permet de comparer les modèles entre eux. A l'instar du coefficient de détermination R^2 dans un modèle linéaire classique, le critère d'information d'Akaike (AIC) permet d'évaluer et de comparer des modèles de régression multiple.

L'AIC utilise le maximum de vraisemblance, mais en pénalisant les modèles comportant trop de variables, qui « sur-apprennent » les données et généralisent mal. C'est pourquoi on parle de « vraisemblance pénalisée ». Pour les spécialistes, précisons que c'est une technique de minimisation de la divergence (ou dissemblance) de Kullback (voir démonstrations sur « le Modèle linéaire par l'exemple », J.-M. Azaïs et J.-M. Bardet, Dunod 2005).

Sa formulation est la suivante : $AIC = -2 \ln L(\theta) + 2k$, où $\ln L(\theta)$ représente la log-vraisemblance et k le nombre de paramètres.

Si les erreurs sont distribuées normalement, on peut directement utiliser l'erreur quadratique moyenne (MSE) : $AIC = n \ln(MSE) + 2k$.

Le modèle à retenir est celui qui montre l'AIC le plus faible. Il est habituel de présenter ce critère avec le BIC de Schwarz, qui pénalise davantage le sur-paramétrage.

Sélection des variables

Lors de notre étude, nous avons retenu un certain nombre de variables susceptibles d'expliquer le montant de rachat d'un contrat joueur. Cependant tous ces facteurs explicatifs a priori ne sont pas forcément pertinent dans la modélisation de notre variable à expliquer. Afin donc de sélectionner les facteurs explicatifs que nous jugeons importantes pour l'étude, nous disposons avec le logiciel R des méthodes de sélection ci-après :

1) La méthode ascendante :

Lors de la première étape, seule la constante est introduite dans le modèle. Puis, à chaque étape suivante, est ajoutée la variable la plus significative selon le critère de comparaison des modèles retenu (AIC) : à savoir, le facteur explicatif qui apporte le plus à la modélisation de la variable cible, parmi les facteurs explicatifs subsistant. Le processus d'ajout de variable s'arrête, lorsqu'aucune des variables explicatives restantes n'est suffisamment significative (suivant un seuil fixé) dans son apport à la détermination du montant de transfert.

2) La méthode descendante :

La méthode descendante est inverse à la méthode ascendante, dans le sens où le modèle initial contient l'ensemble des facteurs explicatifs a priori, puis on retire étape par étape les variables les moins significatives selon le critère d'AIC jusqu'à ce que le retrait de la moins significative des variables restantes n'entraîne une détérioration du modèle supérieur au seuil fixé.

3) La méthode pas à pas :

Cette méthode est une combinaison des deux précédentes: la première étape consiste à modéliser la variable cible en introduisant uniquement la constante. A chaque étape suivante, comme pour la méthode ascendante, la variable la plus significative est introduite dans le modèle. Dans le même temps, les variables qui constituent le modèle sont testées et, si l'une d'elles n'est plus significative à la suite de l'introduction d'une autre variable, elle est retirée du modèle. Cette dernière méthode est la plus précise dans le sens où elle permet de garder toutes les variables explicatives qui expliquent le phénomène étudié de la variable cible. C'est donc cette méthode que nous utiliserons dans la suite de l'étude.

Ces méthodes de sélection peuvent être aussi réalisées selon d'autres critères jugeant de la qualité des modèles tels que le test de déviance.

2.2 Régression Linéaire Simple

Afin notamment de valider la sélection finale des facteurs explicatifs a priori, nous avons réalisé un modèle linéaire simple pour chaque variable explicative d'origine, modélisant le logarithme du montant de transfert par la variable en question.

A priori, le niveau du pays du club vendeur, l'indicateur sélection internationale et le nombre de matchs au cours de la saison dernière semblent être les facteurs les plus significatifs dans la détermination du montant de transfert d'un joueur (tous postes confondus). Ces modèles simples confirment également que l'indicateur « nombre de matchs » est le plus explicatif des quatre indicateurs.

Le tableau ci-après présente le coefficient de détermination des modèles de régression linéaire simple entre le logarithme de l'indemnité de transfert et chacun des facteurs explicatifs retenus.

Tableau 21

REGRESSION LINEAIRE SIMPLE : $\ln(V) = a * X + b$

toutes positions confondues

Variable (X)		R ²
indicateur pays du club (association)	<i>nivp</i>	7.7%
position	<i>posg</i>	1.6%
saison	<i>sai</i>	0.3%
ancienneté	<i>an</i>	0.1%
carré de l'ancienneté	<i>an2</i>	0.0%
taille	<i>taille</i>	0.6%
pied	<i>pied</i>	1.3%
indicateur sélection	<i>inds</i>	17.9%
nombre de matchs en championnat (saison précédente)	<i>percm</i>	4.0%
nombre de matchs en C1 (saison précédente)	<i>perc1m</i>	9.7%
nombre de matchs en C3 (saison précédente)	<i>perc3m</i>	3.9%
nombre de matchs en sélection (saison précédente)	<i>perim</i>	12.1%
temps de jeu par match (saison précédente)	<i>pergr</i>	2.5%
buts par match (saison précédente)	<i>perar</i>	6.1%
passes décisives par match (saison précédente)	<i>pertr</i>	0.7%
temps de jeu par match (carrière excl. Saison dernière)	<i>pecger</i>	4.5%
buts par match (carrière excl. Saison dernière)	<i>pecaer</i>	5.9%
passes décisives par match (carrière excl. Saison dernière)	<i>pecter</i>	3.6%

Si les ratios but/match et passes/match d'un joueur ne semblent pas avoir un impact important a priori sur la valeur à laquelle s'échange ce même joueur lorsque l'on applique la régression sur l'ensemble des données, il devrait en être différent lorsque les données **sont seront** segmentées par position du joueur.

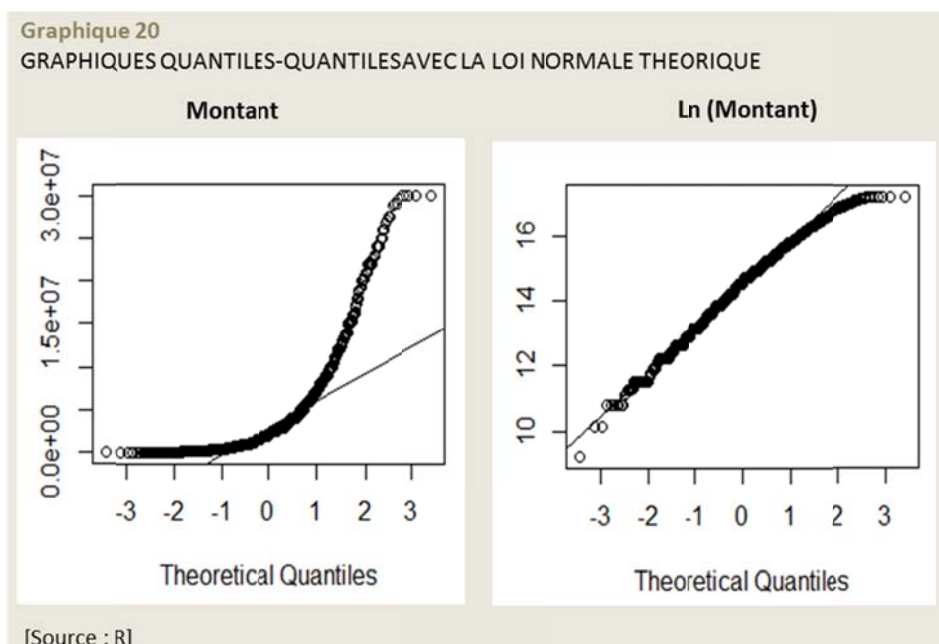
De la même façon, l'ancienneté d'un joueur ne peut a priori expliquer sa valeur dans un modèle à une seule variable explicative, compte tenu de la concavité de la relation entre ces deux variables.

2.3 Régression Linéaire Généralisée

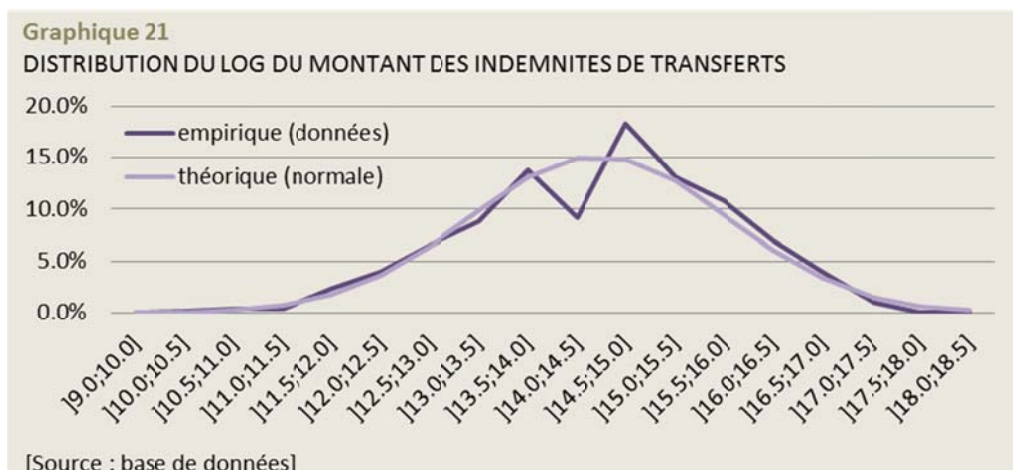
Choix de la loi

Nous devons à présent définir la loi appartenant à la famille exponentielle se rapprochant le plus de notre variable à expliquer, afin de convenir de la structure d'erreur appropriée et de la fonction de lien correspondante. A travers l'étude de la distribution de la variable à expliquer précédemment dans le mémoire, nous avons vu que le logarithme des montants de transferts pouvait se rapprocher d'une loi normale. Afin de valider cette hypothèse, nous avons utilisé plusieurs outils graphiques :

Ci-après est représenté le graphique quantiles-quantiles (QQ plot) de la variable montant des indemnités de transfert à gauche, ainsi que celui du logarithme de cette même variable.



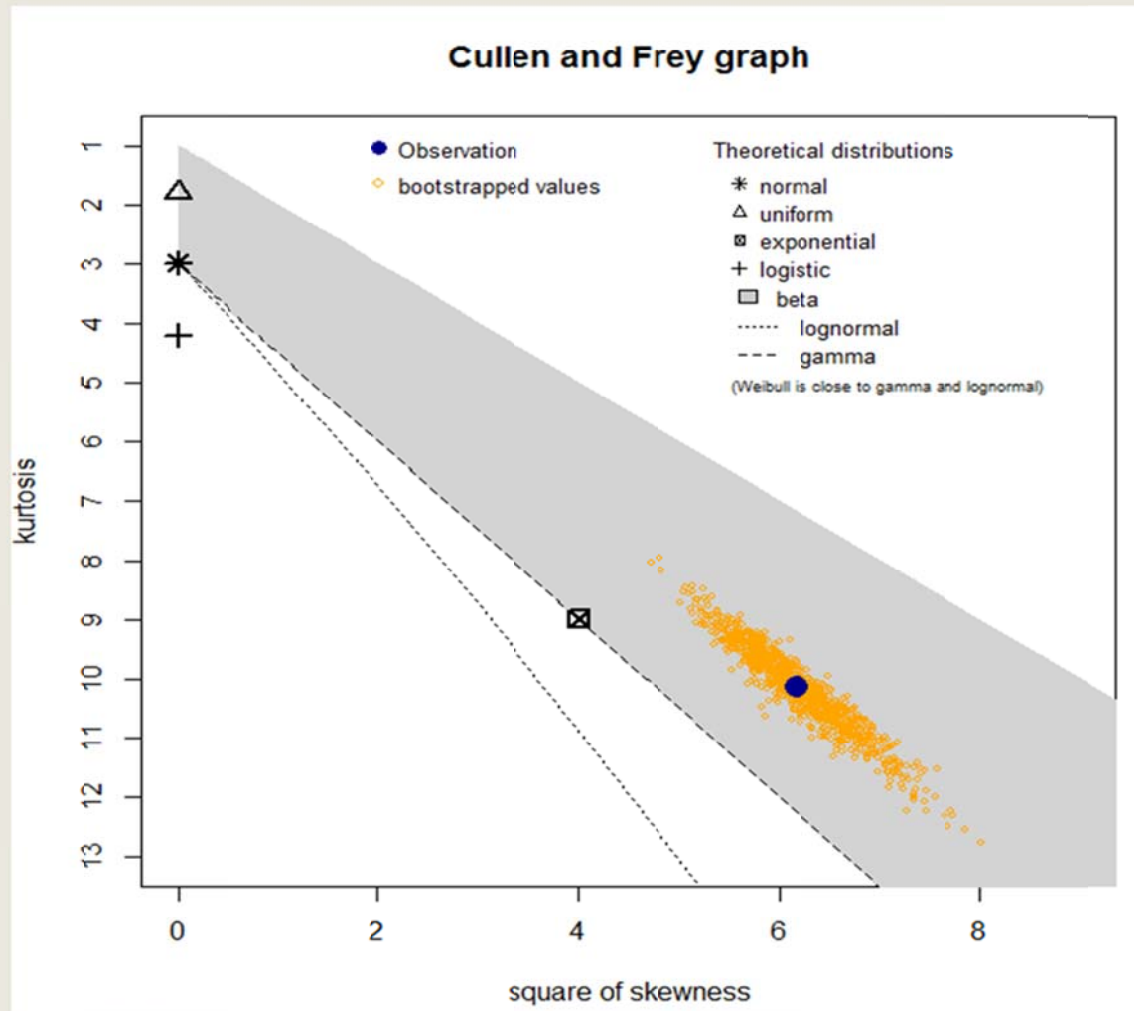
Comme évoqué lors de l'analyse de la variable à expliquer ; la forme logarithmique se rapproche beaucoup mieux d'une loi normale puisque les points du QQ plot sont parfaitement alignés sur la bissectrice hormis pour les indemnités de transfert les plus élevées. Nous pouvons donc conclure que le logarithme des indemnités de transfert suit approximativement une loi Normale, que la représentation graphique ci-dessous illustre bien.



Afin de s'assurer de la pertinence du choix de la forme logarithmique des montants de transferts, nous avons également édité le graphique ci-après, basé sur les degrés d'asymétrie et d'aplatissement :

Graphique 22

GRAPHIQUES DE CULLEN ET FREY, APPLIQUE A LA VARIABLE MONTANT DES INDEMNITES DE TRANSFERTS



[Source : R]

La méthode développée par Cullen et Frey consiste à calculer les degrés propres aux données étudiées puis à les comparer à celles de lois de distributions théoriques.

Nous pouvons constater ici que la distribution des montants de transferts ne se rapproche significativement d'aucune loi connue, et par conséquent que la modélisation de son logarithme, qui se rapproche d'une loi Normale est plus appropriée.

La fonction de lien associée la loi normale, est la fonction identité. Dès lors le modèle généralisé n'est autre qu'un modèle de régression linéaire multiple. L'utilisation du logarithme des transferts comme variable à expliquer permettra une meilleure interprétation des estimateurs des coefficients associés à chaque variable explicative.

Modèle A

Nous avons décidé dans un premier temps de tester un modèle ne contenant pas les facteurs d'interaction. Les résultats sont obtenus à l'aide du logiciel R (fonction `lm`, méthode pas à pas).

Les variables présentant un fort pouvoir discriminant sur l'estimation du montant de transfert selon le test de significativité de Fisher sont : l'indicateur championnat du club, l'ancienneté, l'indice sélection et le nombre de matchs disputés en C1 au cours du dernier exercice.

Tableau 22

REGRESSION LINEAIRE MULTIPLE : Modèle A

$\log v \sim indp + sai + an + taille + inds + percm + perc1m + perc3m + perim + pecter + pergr + perar + pecaer$

Variable (X)		Coeff. Estimé	Ecart-Type	Intervalle de confiance à 95%		t value	p value
constante	(Intercept)	270.413	35.947	199.906	340.921	7.5	0.0%
indicateur pays	indp	0.326	0.022	0.283	0.368	15.1	0.0%
saison	sai	-0.129	0.018	-0.164	-0.094	-7.2	0.0%
ancienneté	an	-0.093	0.008	-0.109	-0.077	-11.2	0.0%
taille	taille	0.767	0.404	-0.027	1.560	1.9	5.8%
indicateur sélection	inds	0.261	0.025	0.212	0.309	10.5	0.0%
nb matchs en champ. saison dernière	percm	0.023	0.003	0.017	0.028	7.8	0.0%
nb matchs en C1 saison dernière	perc1m	0.142	0.013	0.116	0.169	10.7	0.0%
nb matchs en C3 saison dernière	perc3m	0.067	0.010	0.046	0.087	6.4	0.0%
nb matchs inter. saison dernière	perim	0.035	0.007	0.021	0.049	4.9	0.0%
min/m carrière entière (exc. sd)	pecter	0.006	0.001	0.003	0.008	4.7	0.0%
ratio but/m saison dernière	pergr	0.667	0.177	0.320	1.014	3.8	0.0%
ratio passe/m saison dernière	perar	0.912	0.323	0.279	1.545	2.8	0.5%
ratio passe/m carrière entière (exc. sd)	pecaer	1.560	0.447	0.683	2.436	3.5	0.0%
Global	R ²	42%	R ² ajusté	41%	Test	89.0	0.0%

Afin de bien appréhender le tableau ci-dessus, nous allons expliquer les sorties R obtenues :

- La première colonne renseigne le nom du facteur explicatif retenu. *Intercept* correspond à la constante $\log(v_0)$.
- Les valeurs de la troisième colonne sont les valeurs estimées $\hat{\beta}$ des coefficients β liés à chaque facteur (plus la valeur estimée de la constante).
- La quatrième renvoie les écarts types estimés des paramètres associés aux facteurs explicatifs.
- Les colonnes 5 et 6 montrent l'intervalle de confiance à 95% des coefficients.
- La t-value représente la statistique de Fisher ; plus cette statistique est grande en valeur absolue, plus le facteur a un pouvoir discriminant élevé sur la variable cible.
- La p-value associée à cette statistique de test est donnée dans la dernière colonne. On estime généralement que si elle est inférieure à 5%, alors l'apport du facteur explicatif à la variable à expliquer est jugé significatif.

De ce fait, l'ensemble des facteurs explicatifs du tableau sont jugés significatifs et peuvent donc être interprétés. La taille est le facteur le moins déterminant des 13 restants, avec une p-value proche de 5%. On constate également que le poste du joueur, est décrit dans la littérature comme un élément essentiel dans la détermination de la valeur d'un joueur.

La qualité globale du modèle est limitée puisque seuls 41% de la variance sont expliqués : la part de volatilité des montants de transferts expliquée par l'ensemble de ces variables est inférieure à 50%.

Le coefficient lié à l'ancienneté est de -0.093, cela signifie qu'une année supplémentaire dans la carrière du joueur diminue de -0,093 le logarithme du montant de transfert : lorsque le joueur vieillit d'une année, la valeur de son contrat chute donc de près de 8.9% ($=e^{-0.093}-1$), toutes choses égales par ailleurs.

La saison est également corrélée négativement au montant de transfert : il y a d'après le modèle une dépréciation année après année des joueurs à compétence/expérience égale depuis 2008.

L'ensemble des estimateurs des coefficients des autres facteurs explicatifs sont positifs. Selon le modèle A :

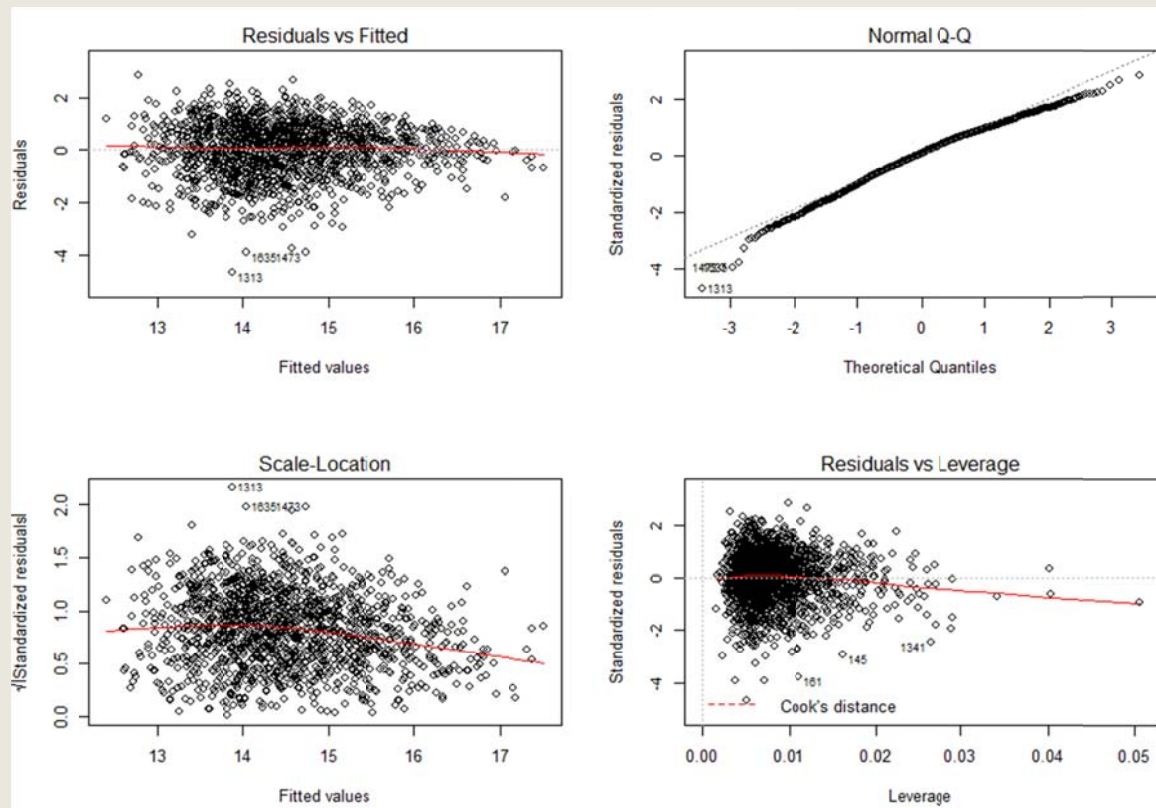
- Chaque match de C1 auquel le joueur participe au cours de la saison précédent son transfert fait augmenter de 15% sa valeur, toutes choses égales par ailleurs, quand dans le même temps, l'impact d'un match joué en C3 n'est que de 7% d'augmentation. On retrouve ici, la hiérarchie des compétitions européennes dans l'impact qu'elles ont dans la détermination du montant de transfert d'un joueur.
- A titre de comparaison, chaque match de championnat disputé par le joueur lors de la saison avant son transfert augmente sa valeur de 2.3%. Il faut relativiser la comparaison avec l'élasticité aux matchs joués en coupe d'Europe, du fait qu'un joueur joue en moyenne entre 20 et 30 matchs de championnat par saison, contre seulement 1 en coupe d'Europe (du fait que la majorité des joueurs transférés n'y ait pas participé).
- L'expérience internationale est également prédominante à travers l'indicateur sélection (*inds*) qui est égal à 0 lorsque le joueur n'a aucune sélection, ainsi qu'avec la variable *perim* qui représente le nombre de matchs joué pour son pays au cours du dernier exercice avant le transfert.
- Le facteur le plus important du modèle est l'indicateur pays, traduisant le niveau du championnat du club vendeur. Pour exemple, toutes choses égales par ailleurs, un joueur transféré au cours de l'été 2010, évoluant en Premier League (*indp* Angleterre 2010 = 17.04), aurait coûté près de cinq fois plus cher que le même joueur mais évoluant en Ligue 1 (*indp* France 2010 = 12.19).
- 4 des 6 ratios de performances ont été retenus par le modèle ce qui démontre l'utilisation de ces statistiques dans la valorisation d'un contrat joueur. Pour exemple, un joueur ayant marqué un but tous les deux matchs lors de la saison qui précède (*pergr*=0.5) aura une valeur supérieure de 40%, à un joueur n'ayant marqué aucun but lors de cette même saison toutes choses égales par ailleurs.

Valeurs extrêmes

Une première analyse des résidus, à travers les graphiques ci-dessous permet de montrer la présence de quelques valeurs extrêmes, notamment parmi les montants de transfert les plus faibles qui biaisent la régression linéaire.

Graphique 23

ANALYSE DES RESIDUS DU MODELE A



[Source : R]

Par conséquent, nous avons décidé d'exclure dans le modèle B la dizaine de transferts dont le montant est inférieur ou égal à 50 000€ (dont la valeur logarithmique est marginalement très inférieure à l'ensemble des autres valeurs de la variable à expliquer) ainsi que les autres transferts qui paraissent aberrants au vu de cette première modélisation, ou ayant un effet levier trop important par rapport au reste des données.

De plus, nous avons introduit les facteurs d'interaction entre :

- le poste occupé par le joueur et les ratios de buts et passes décisives
- l'ancienneté et le nombre de matchs en carrière dans les différentes compétitions
- l'indicateur pays du club vendeur et le nombre de matchs en championnat (saison dernière)
- l'indice sélection avec le nombre de matchs internationaux (saison dernière)

Modèle B

Le second modèle conserve l'ensemble des facteurs retenus dans le premier modèle, à l'exception de la taille dont l'apport au premier modèle était déjà limité. Parmi les facteurs d'interactions, seul le croisement entre le poste du joueur et son ratio de passes décisives sur la carrière du joueur (*pecaer*) a un réel impact sur le nouveau modèle ; si bien que la variable *pecaer* n'a plus un impact significatif sur le modèle comme variable simple.

Les résultats sont lus à partir du tableau ci-après :

Tableau 23

REGRESSION LINEAIRE MULTIPLE : Modèle B

$\log v \sim indp + sai + an + inds + percm + perc1m + perc3m + perim + pecter + perar + pergr + posg * pecaer$

Variable (X)		Coeff. Estimé	Ecart-Type	Intervalle de confiance à 95%		t value	p value
constante	(Intercept)	257.216	34.786	188.984	325.447	7.4	0.0%
indicateur pays	<i>indp</i>	0.338	0.021	0.297	0.378	16.2	0.0%
saison	<i>sai</i>	-0.122	0.017	-0.156	-0.088	-7.0	0.0%
ancienneté	<i>an</i>	-0.096	0.008	-0.112	-0.080	-11.9	0.0%
indicateur sélection	<i>inds</i>	0.246	0.024	0.199	0.293	10.3	0.0%
nb matchs en champ. saison dernière	<i>percm</i>	0.023	0.003	0.017	0.029	8.1	0.0%
nb matchs en C1 saison dernière	<i>perc1m</i>	0.143	0.013	0.117	0.168	10.8	0.0%
nb matchs en C3 saison dernière	<i>perc3m</i>	0.063	0.010	0.044	0.083	6.3	0.0%
nb matchs inter. saison dernière	<i>perim</i>	0.040	0.007	0.026	0.053	5.7	0.0%
min/m carrière entière (exc. sd)	<i>pecter</i>	0.007	0.001	0.004	0.009	5.8	0.0%
ratio but/m saison dernière	<i>pergr</i>	0.683	0.188	0.314	1.053	3.6	0.0%
ratio passe/m saison dernière	<i>perar</i>	0.692	0.312	0.079	1.305	2.2	2.7%
position Gardien *	<i>posgGar *</i>	15.051	68.364	-119.041	149.143	0.2	82.6%
ratio passe/m carrière entière (exc. sd)	<i>pecaer</i>						
position Défenseur *	<i>posgDef *</i>	0.636	0.978	-1.283	2.555	0.7	51.6%
ratio passe/m carrière entière (exc. sd)	<i>pecaer</i>						
position Milieu *	<i>posgMil *</i>	1.312	0.504	0.324	2.300	2.6	0.9%
ratio passe/m carrière entière (exc. sd)	<i>pecaer</i>						
position Attaquant *	<i>posgAtt *</i>	2.175	0.586	1.026	3.324	3.7	0.0%
ratio passe/m carrière entière (exc. sd)	<i>pecaer</i>						
Global	R ²	44%	R ² ajusté	43%	Test	83.6	0.0%

On remarque dans un premier temps que les différentes modifications apportées au modèle ont permis d'améliorer la qualité de dernier qui permet d'expliquer désormais 44% de la variance de la variable cible.

Les variables les plus significatives sont les mêmes que dans le modèle A (*indp*, *anc*, *inds*, *perc1m*), et la valeur estimée du coefficient qui est associée à chacune d'entre elles n'a que très légèrement évolué.

Le coefficient estimé de la variable *perar* est le seul à avoir vraiment changé, puisqu'il a diminué de 0.22 compte tenu de l'apport nouveau d'information de l'interaction entre la variable *pecaer* (corrélée à *perar*) et la position du joueur. En effet l'élasticité de la valeur du joueur à cette variable a chuté: le ratio d'une passe décisive tous les 10 matchs sur la saison dernière a pour effet

d'augmenter la valeur du joueur de 7% dans le modèle B, tandis que l'impact était de près de 10% dans le modèle B (TCEPA).

Les coefficients de l'interaction entre le poste du joueur et le ratio de passes décisives cumulées au cours de la carrière du joueur permettent de mettre en lumière la différence d'impact de ce ratio sur le prix de ce dernier suivant qu'il soit plus ou moins offensif sur le terrain :

- Les gardiens de but n'effectuant que très rarement une passe décisive (ratio maximum pour un gardien dans notre base de données : 2.3%), cela explique la valeur élevée du coefficient attaché à l'interaction. La non significativité de celui-ci montre que cette statistique fait peu de sens pour ce type de joueur, dont la tâche principale est d'arrêter les tirs adverses.
- Dans une moindre mesure, le coefficient affecté aux défenseurs, qui ont également une vocation défensive en premier lieu, est également très peu significatif.
- En revanche pour les milieux de terrain, dont le ratio moyen de passes décisives se situe autour de 8% (contre 6% pour l'ensemble des joueurs), le coefficient est hautement significatif.
- C'est pour les attaquants que cette statistique a le plus d'impact sur la valeur du transfert : pour un attaquant le fait d'avoir fait une passe décisive tous les 10 matchs au cours de sa carrière multipliera par 121.6% sa valeur nominale par rapport à un attaquant dont la stat serait de une passe décisive tous les 100 matchs (TCEPA) ; tandis que ce facteur ne serait que de 112.5% pour un milieu et seulement 105.9% pour un défenseur.

Tableau 24

COMPARATIF DE L'IMPACT DU FACTEUR PECAER PAR POSTE
Impact : multiplicatif sur la valeur du joueur (TCEPA)

Poste	Coeff. Estimé	ratio moyen	ratio max	impact moyen	impact max
Gardien	15.051	0.1%	2.3%	1.2%	41.3%
Défenseur	0.636	3.0%	31.6%	1.9%	22.2%
Milieu	1.312	7.8%	53.1%	10.8%	100.8%
Attaquant	2.175	8.1%	37.5%	19.4%	126.1%

On dénote également que chaque passe décisive supplémentaire a un impact positif sur la valeur du joueur, quel que soit son positionnement sur le terrain.

Conclusion partielle: Ce dernier modèle, même si il n'explique que près de 44% de la variance de la valeur à laquelle se sont échangés les joueurs entre 2008 et 2012, apparaît comme une réponse partielle à la détermination de la valeur d'un joueur à partir d'un nombre limité de facteurs (16). On compte parmi ces derniers les ratios de performances à court-terme, l'ancienneté du joueur, son poste, son expérience internationale et le niveau de son club. Nous retrouvons ici l'ensemble des déterminants théoriques de la valorisation d'un joueur professionnel de football.

A suivre: Nous allons désormais procéder à la validation théorique du modèle à travers l'étude des résidus, puis nous utiliserons les données de la période de transfert estival, saison 2013-2014, afin de vérifier la justesse et le pertinence du modèle.

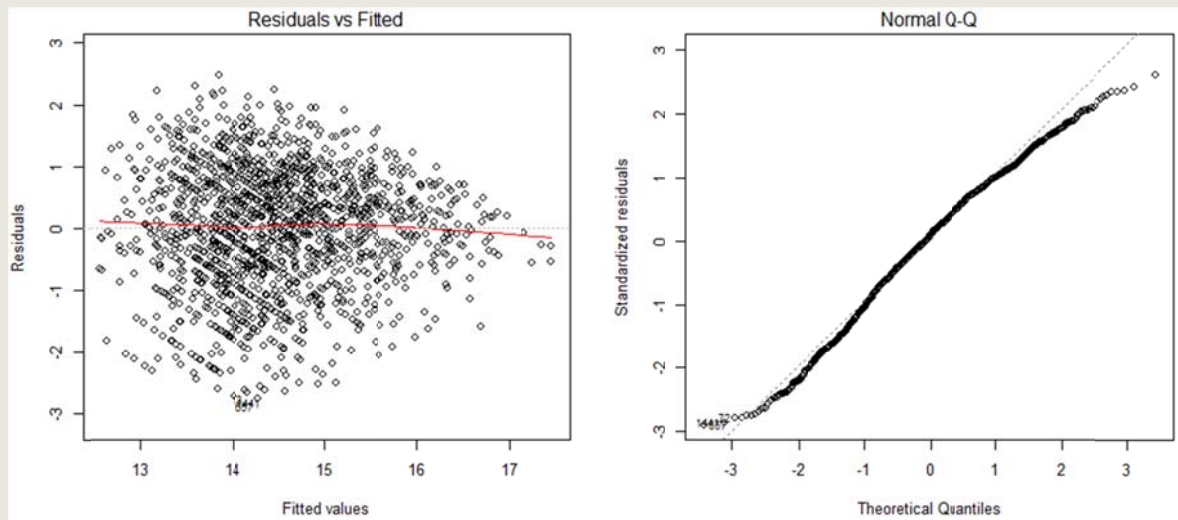
Validation

A travers les deux graphiques ci-dessous, on peut estimer que les hypothèses d'homoscedasticité et de normalité des résidus sont vérifiées. En effet, les résidus (graphique de gauche) apparaissent être relativement équidispersés autour de zéro, pour toute valeur de la variable cible (en ordonnée).

Le graphique quantiles-quantiles permet quant à lui de vérifier que la structure des résidus s'apparente approximativement à une loi Normale.

Graphique 24

ANALYSE DES RESIDUS DU MODELE B



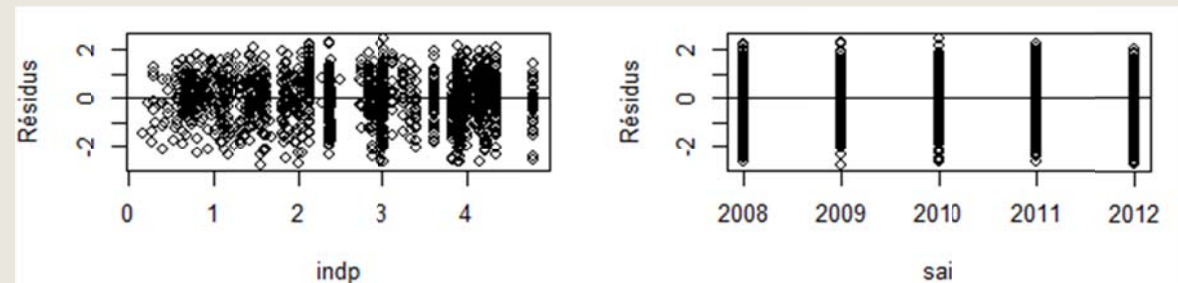
[Source : R]

Cependant, on remarque que le modèle a légèrement tendance à surévaluer les valeurs extrêmes supérieures; cela tient du fait que nos données observées, sont bornées à 30 millions d'euros, tandis que les résultats du modèle ne le sont pas et que l'on retrouve par conséquent des montants de transfert estimés supérieurs à cette valeur cible.

Ci-après, la représentation des résidus en fonction de chaque facteur explicatif permet également de constater une dispersion homogène et centrée des erreurs du modèle.

Graphique 25

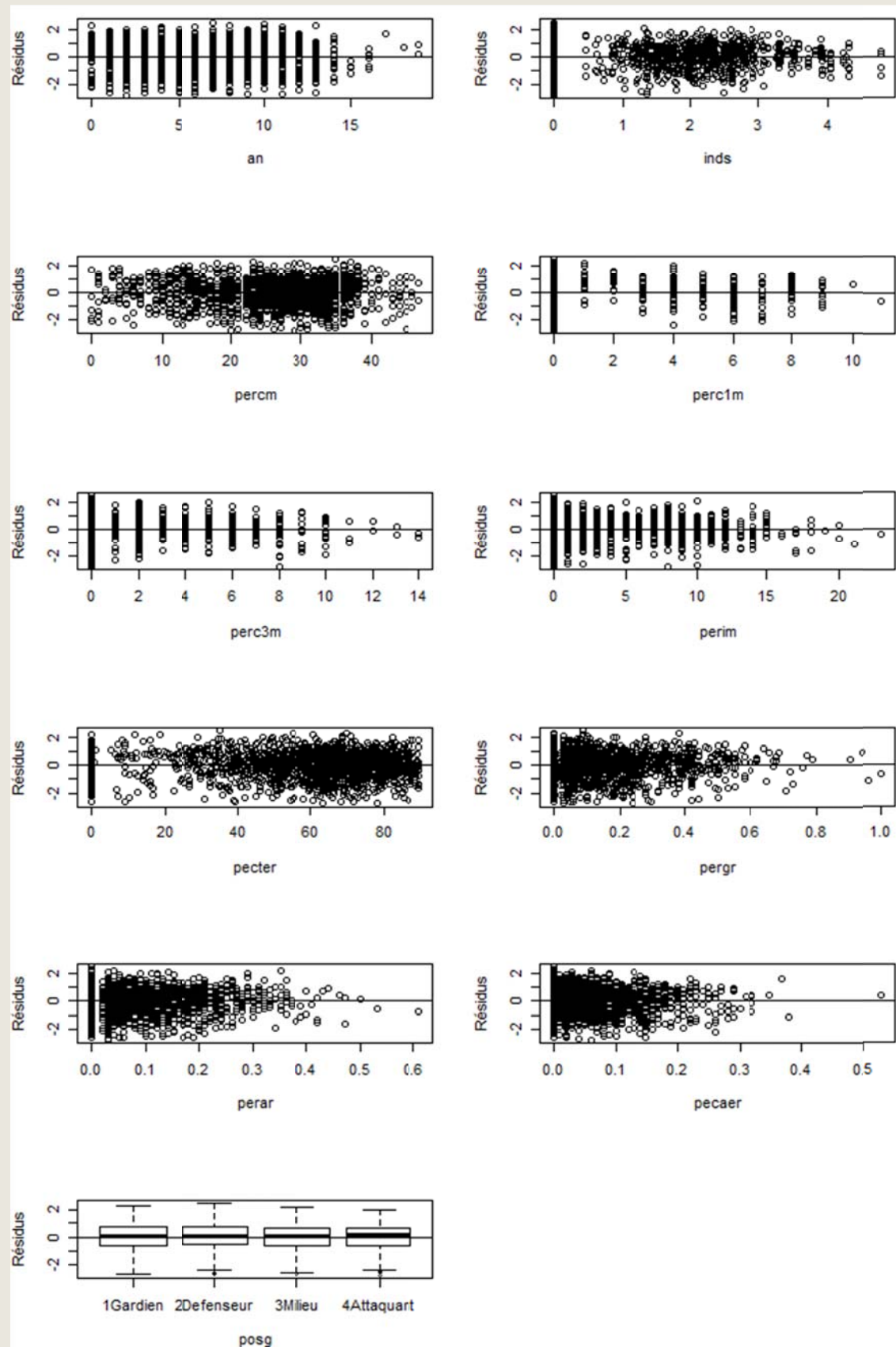
ANALYSE DES RESIDUS DU MODELE B PAR FACTEUR EXPLICATIF



[Source : R]

Graphique 25bis

ANALYSE DES RESIDUS DU MODELE B PAR FACTEUR EXPLICATIF

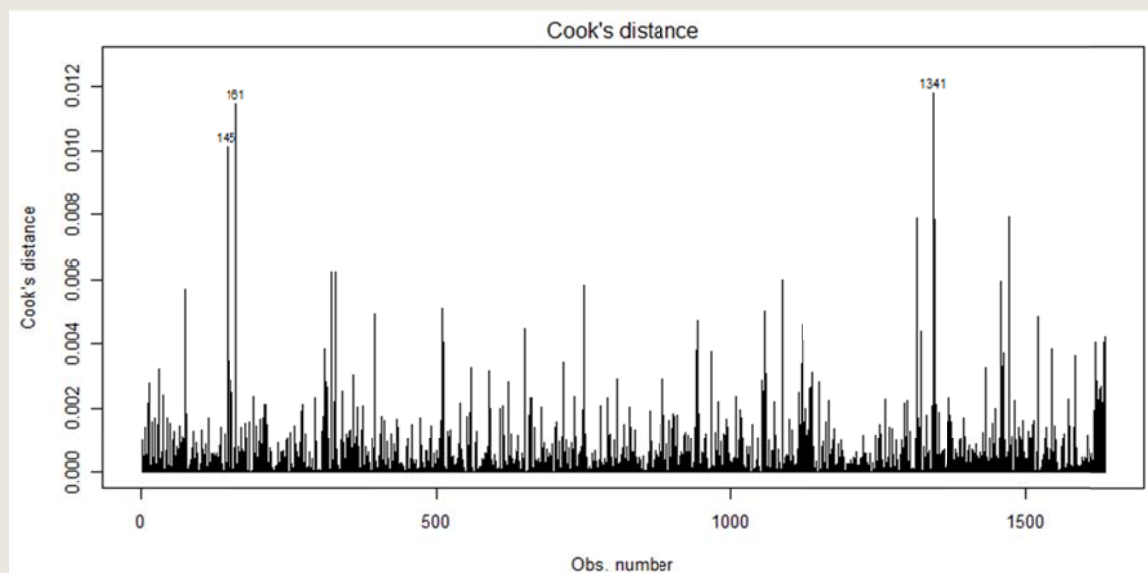


[Source : R]

Enfin nous avons également observé le graphique des distances de Cook qui permet de mesurer l'influence de chacune des observations dans la calibration du modèle ; une distance supérieure à 1 et/ou trop largement supérieure aux autres laissant entendre que l'observation associée est anormale, influençant le modèle de façon trop prépondérante.

Graphique 26

INFLUENCE DES OBSERVATIONS SUR LE MODELE



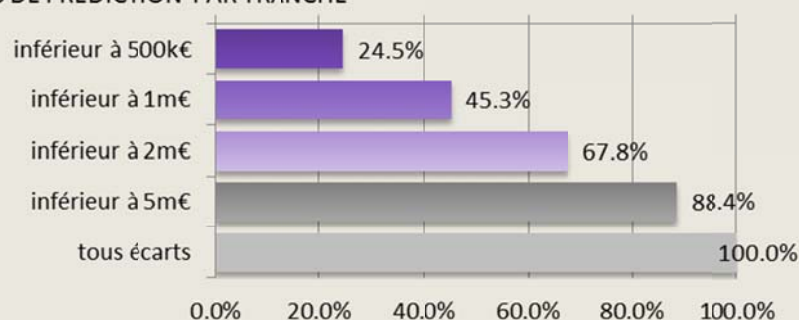
[Source : R]

Nous ne remarquons aucune observation ayant une distance de Cook proche de 1. Même si certaines observations ont une influence significative au regard de ce graphique, nous pouvons considérer que toutes les données utilisées dans le modèle sont appropriées.

Enfin nous avons souhaité regarder l'écart en millions d'euros entre les valeurs estimées par le modèle et les valeurs réelles des transferts au cours de ces 5 dernières saisons.

Graphique 27

ECARTS DE PREDICTION PAR TRANCHE



[Source : base de données]

L'histogramme ci-dessus, permet de voir que plus de deux tiers des écarts sont inférieure à 2m€.

Au regard de tous ces éléments, nous avons jugé que la qualité du modèle est convenable. Nous allons donc nous servir des résultats du modèle afin de tenter d'estimer les montants de transfert effectués au cours de la saison qui a suivi.

Backtesting

Afin de tester la qualité de la modélisation obtenue, nous avons entrepris de récupérer les données de transferts ayant eu lieu lors du *mercato* 2013 sur la base du même périmètre des données utilisées pour le modèle (2008-2012).

Le nombre d'observations exploitables récupérées s'élève à 301. Ces dernières sont brièvement décrites dans le tableau ci-après :

Tableau 25

STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES DONNEES DE LA SAISON 2013-2014 / COMPARATIF AVEC LES DONNES DU MODELE B

Position / Statistiques	transfert		valeur moyenne									
	nombre	moyenne	anc	indp	inds	percm	perc1m	perc3m	pecter	pergr	perar	pecaer
Gardien	4%	2,429,371	7.7	2.9	1.3	22.8	1.2	0.9	82.7	0.00	0.01	0.00
Défenseur	29%	2,820,532	5.6	2.9	1.0	24.4	0.7	0.9	80.7	0.05	0.04	0.04
Milieu	43%	5,847,112	6.0	3.2	1.3	27.8	1.0	1.5	70.7	0.15	0.15	0.11
Attaquant	23%	5,466,185	7.6	3.1	1.5	28.7	0.8	1.7	65.8	0.33	0.13	0.12
Total	301	4,726,067	6.3	3.1	1.3	26.8	0.9	1.3	73.0	0.16	0.10	0.09
Modèle B	1635	3,936,887	6.7	1.9	1.1	26.1	0.7	1.1	56.9	0.14	0.09	0.06

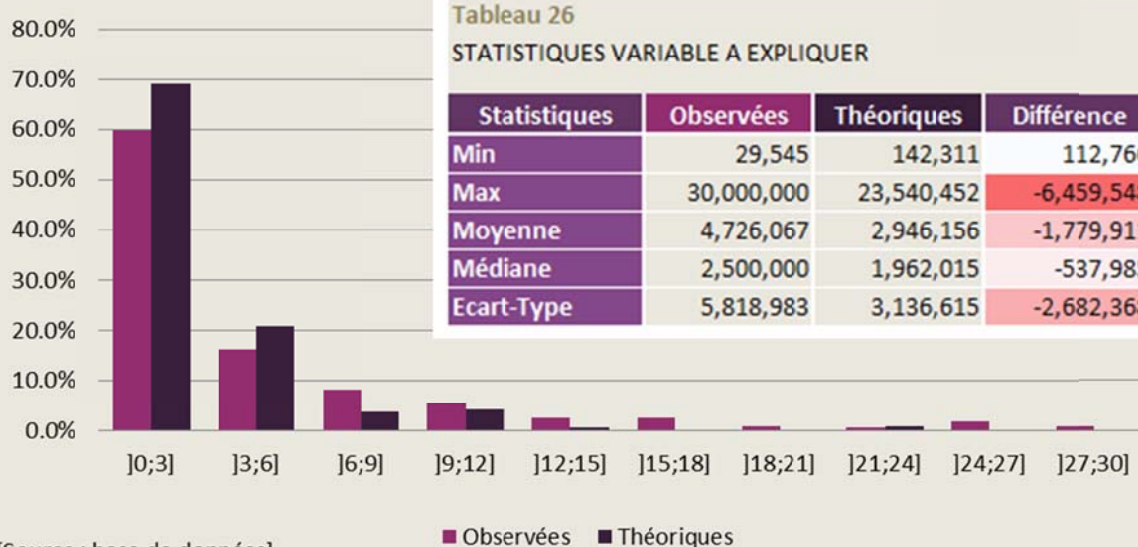
A l'aide de ce comparatif, nous pouvons observer que le nouvel échantillon de données a des caractéristiques moyennes relativement similaires aux observations utilisées pour notre modèle. Cependant, le montant de transfert moyen est plus élevé, ce qui pourrait être expliqué par le niveau des clubs vendeurs (indp) qui est significativement plus important en moyenne pour les transferts les plus récents et qui joue un rôle majeur dans la détermination de la valeur d'un joueur d'après le modèle B.

Nous avons ensuite appliqué les coefficients estimés du modèle B à ces nouvelles données afin de calculer la valeur estimée de chacun des 301 joueurs au moment de leur transfert ; puis dans un second temps, nous avons comparé cette valeur théorique à la valeur réelle à laquelle s'est effectué le transfert. Les résultats sont présentés dans le graphique ci-dessous :

Graphique 27

DISTRIBUTION DU MONTANT DES INDEMNITES DE TRANSFERTS

(plage en abscisse en millions d'euros)



Nous remarquons que les valeurs théoriques sont discordantes par rapport aux valeurs observées: le transfert moyen sur cet échantillon de données étant estimé à près de 3 millions d'euros, contre 4,7 en réalité. Globalement, le modèle aurait tendance à sous-estimer le montant auquel les joueurs ont été échangé durant l'été 2013 ; on peut d'ailleurs s'apercevoir que dans les deux premières barres de fréquences, il y a plus de valeurs théoriques que de valeurs observées, puis c'est la tendance inverse pour la distribution des valeurs de transferts supérieures à 6 millions d'euros.

La raison qui semble évidente à cela est le facteur saison. En effet, alors que la majorité des facteurs explicatifs a le même ordre de grandeur que dans la base de données initiale, la valeur moyenne des joueurs sur ce nouvel échantillon est beaucoup plus élevée, tandis que d'après le modèle B, la valeur du joueur à compétence égale diminuerait au fil des saisons. Afin de contredire cet aspect du modèle B, nous avons créé un modèle C en supprimant le facteur saisonnalité, dont les caractéristiques sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 27

REGRESSION LINEAIRE MULTIPLE : Modèle C

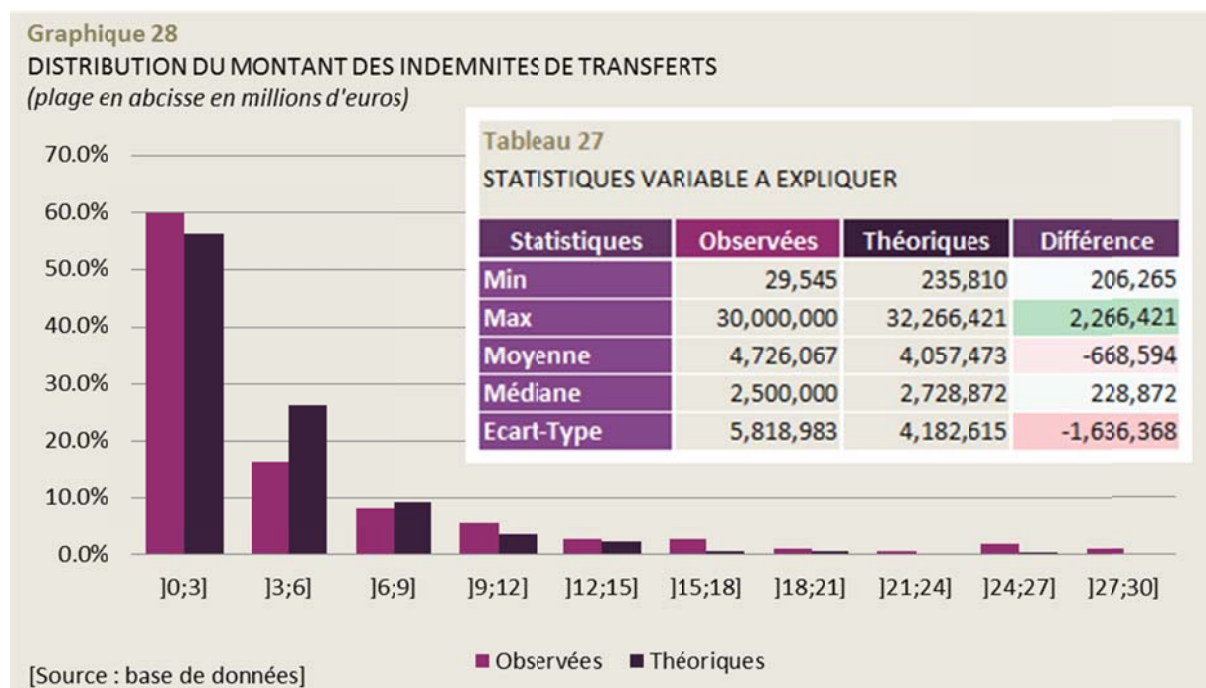
 $\log v \sim indp + an + inds + percm + perc1m + perc3m + perim + pecter + perar + pergr + posg * pecaer$

Variable (X)		Coeff. Estimé	Ecart-Type	Intervalle de confiance à 95%		t value	p value
constante	(Intercept)	12.497	0.107	12.287	12.708	116.6	0.0%
indicateur pays	indp	0.310	0.021	0.269	0.350	14.9	0.0%
ancienneté	an	-0.090	0.008	-0.105	-0.074	-11.0	0.0%
indicateur sélection	inds	0.246	0.024	0.198	0.294	10.1	0.0%
nb matchs en champ. saison dernière	percm	0.022	0.003	0.017	0.028	7.8	0.0%
nb matchs en C1 saison dernière	perc1m	0.142	0.013	0.116	0.168	10.6	0.0%
nb matchs en C3 saison dernière	perc3m	0.063	0.010	0.043	0.083	6.1	0.0%
nb matchs inter. saison dernière	perim	0.041	0.007	0.027	0.055	5.8	0.0%
min/m carrière entière (exc. sd)	pecter	0.007	0.001	0.004	0.009	5.7	0.0%
ratio but/m saison dernière	pergr	0.643	0.191	0.269	1.018	3.4	0.1%
ratio passe/m saison dernière	perar	0.692	0.317	0.069	1.314	2.2	2.9%
position Gardien *	posgGar *	-6.495	69.324	-142.470	129.480	-0.1	92.5%
ratio passe/m carrière entière (exc. sd)	pecaer						
position Défenseur *	posgDef *	-0.053	0.988	-1.991	1.885	-0.1	95.7%
ratio passe/m carrière entière (exc. sd)	pecaer						
position Milieu *	posgMil *	0.881	0.507	-0.114	1.877	1.7	8.3%
ratio passe/m carrière entière (exc. sd)	pecaer						
position Attaquant *	posgAtt *	1.729	0.591	0.570	2.888	2.9	0.3%
ratio passe/m carrière entière (exc. sd)	pecaer						
Global	R ²	42%	R ² ajusté	42%	Test	83.5	0.0%

La perte de qualité d'ajustement reste limitée à 1%. De plus nous observons que les coefficients estimés n'ont quasiment pas varié à l'exception de la constante et de la variable d'interaction dont l'apport est moins significatif. La constante a largement variée, puisque la saison jouait un rôle prépondérant dans l'ajustement de la valeur moyenne de base d'un joueur dans le modèle B.

Nous avons enfin effectué les mêmes procédures de validation à travers l'analyse des résidus de ce troisième modèle qui conclue également à la convenabilité de ce dernier.

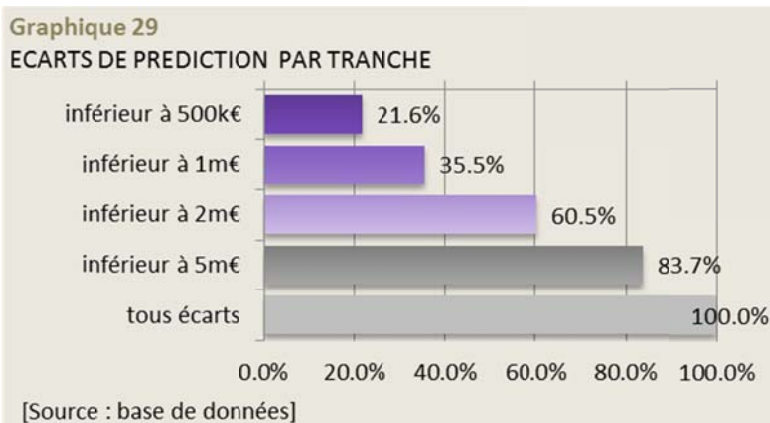
Les estimations théoriques tirées du modèle C, sont bien plus en ligne avec les valeurs observées :



La distribution des données théoriques est bien plus proche de celle observée, dont les valeurs moyennes et médianes sont très proches, tout comme l'étendue des données. Néanmoins, nous retrouvons à nouveau d'avantage de données observées que théoriques sur la queue de distribution.

On se rend compte également, avec le graphique ci-contre qu'observation par observation, certains écarts de prédiction sont tout de même très significatifs (40% d'entre eux supérieurs à 2 millions d'euros).

Du fait de la taille limitée de l'échantillon, ces résultats sont néanmoins à relativiser.



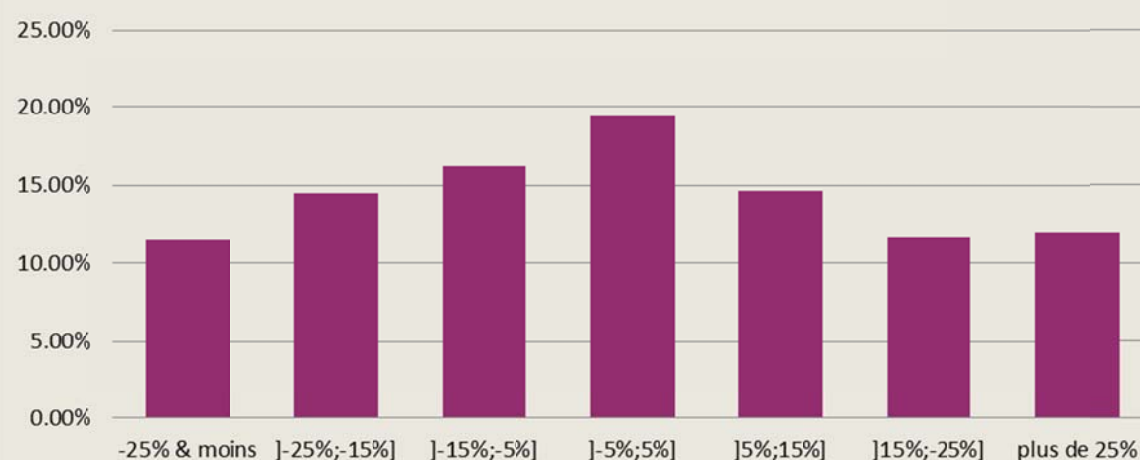
Conclusion partielle: On se rend compte qu'il n'y a pas de solution économétrique robuste permettant de définir avec précision le montant du transfert d'un contrat joueur unique à partir des déterminants a priori de la valeur de ce dernier. Cependant il semblerait que le modèle estime avec une certaine justesse la valeur globale d'un groupe de joueurs, ce qui pourrait être bénéfique dans le cas de l'évaluation pour un club de l'ensemble de ces actifs contrats joueurs.

Afin de vérifier la justesse du modèle sur un nombre agrégé de contrats joueurs, nous avons procédé à un échantillonnage aléatoire d'un groupe d'une vingtaine de joueurs ; 20 étant la limite inférieure du nombre de joueurs sous contrats en général dans un club professionnel européen. Nous comparons ensuite, pour ces 20 joueurs, la valeur moyenne estimée et observée du portefeuille de joueur dans son ensemble.

Nous avons simulé cette comparaison 1 000 fois. Les écarts relatifs (écart en valeur divisé par le montant total des valeurs de transfert observé) varient entre -50% et +80%. La moyenne des écarts relatifs est proche de zéro (0.1%) ; en revanche la moyenne des écarts relatifs en valeur absolue est proche de 17%.

Graphique 30

DISTRIBUTION DES ECARTS RELATIFS DE MODELISATION POUR UN GROUPE ALEATOIRE DE 20 JOUEURS



[Source : back testing]

Le graphique ci-dessus nous permet de constater que dans près de 20% des cas simulés, l'écart relatif entre les valeurs observées et estimées est inférieur ou égal à 5%. Pour plus de ¾ des cas, cet écart est limité à 25% ou moins.

Compte tenu de la relativement faible taille de l'échantillon, il est difficile de tirer une conclusion à partir de ces résultats. Toutefois, malgré des écarts d'estimation pouvant aller jusqu'à près de 80% de valeur observée, on dénote que sur un portefeuille agrégé d'une vingtaine de joueurs, la volatilité d'estimation est largement réduite. Cela tend à valider une nouvelle fois l'hypothèse de normalité des résidus.

A suivre: Dans la partie suivante nous allons tester une méthode statistique différente dans le but de valider les facteurs explicatifs du modèle économétrique voire d'essayer d'affiner notre prédiction de la valeur d'un contrat joueur.

3 Arbres de régression

Complémentaire des méthodes statistiques plus classiques, l'arbre de régression obtenu par les méthodes CART (Classification And RegressionTree, Breiman et al., 1984) permet de visualiser les variables explicatives qui participent directement à la discrimination et de prévision de la variable à expliquer.

Cette méthode est basée sur un processus récursif de division (souvent binaire) engendré par les variables explicatives, de l'espace des données en sous classes plus homogènes. La construction d'un arbre de discrimination consistant à déterminer une séquence de nœuds, définis par le choix conjoint d'une variable parmi les explicatives et d'une division qui induit une partition en deux ou plusieurs classes. Le critère de division repose sur la définition d'une fonction d'hétérogénéité ou de désordre ; l'objectif étant de partager les individus en deux groupes les plus homogènes au sens de la variable à expliquer. Les principes théoriques de la méthode sont développés en annexe 9.

Lorsque l'arbre est construit, certaines variables explicatives ne jouent pas un rôle significatif car elles apportent une information discriminante comparable à une ou plusieurs variables explicatives retenues dans la construction de l'arbre. La connaissance de ces variables concurrentes non actives permet d'établir une hiérarchie de l'ensemble des variables explicatives notamment lorsque certaines d'entre elles sont corrélées ; cette hiérarchie permettant ensuite de mettre en œuvre d'autres méthodes statistiques avec un nombre réduit de variables.

Nous avons décidé d'appliquer cette méthode à nos données afin de vérifier à la fois les hypothèses prises sur la hiérarchisation des variables dans la partie précédente ainsi que notre choix a priori de réduction des variables.

Avantages :

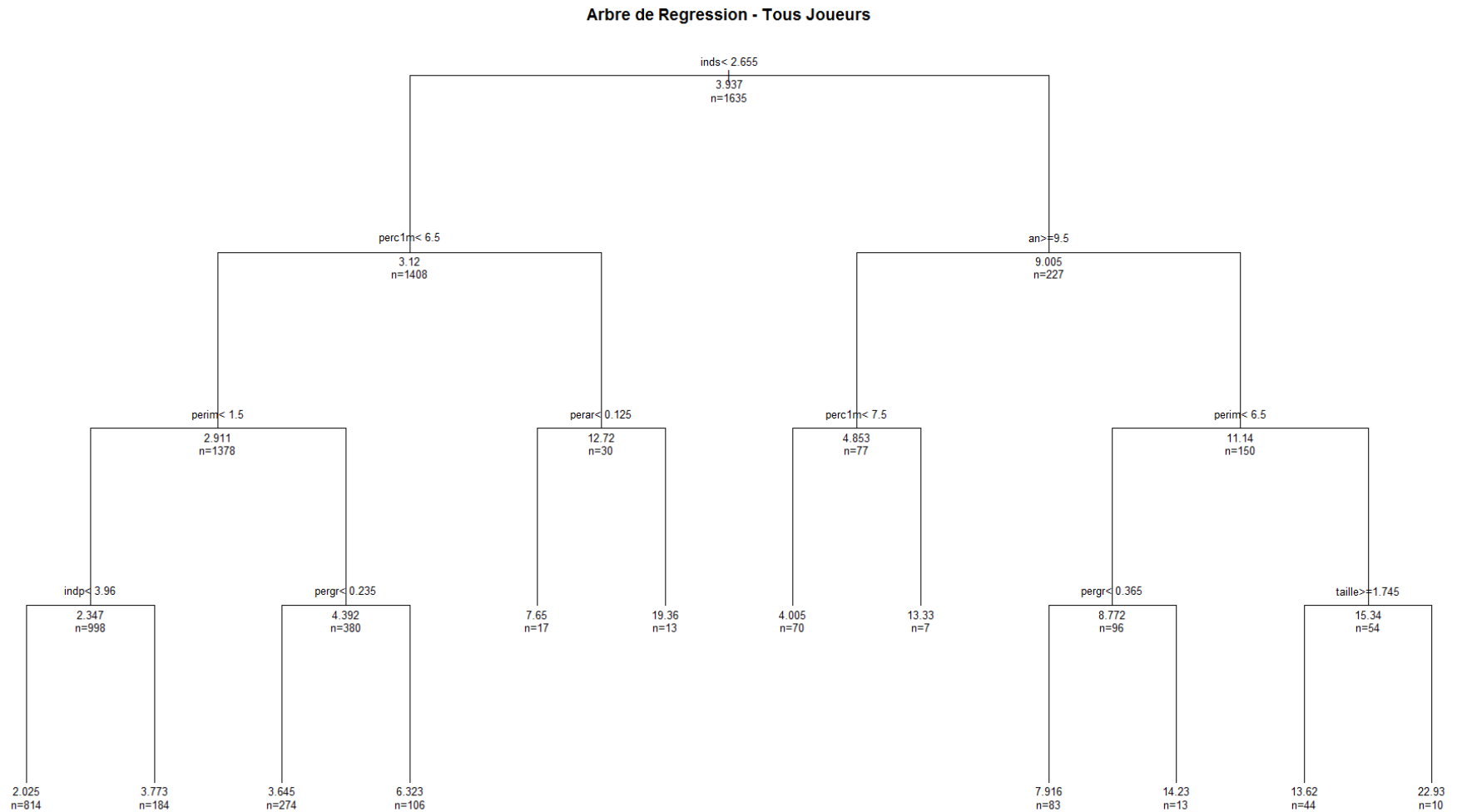
- Ces méthodes sont surtout efficaces que pour des tailles d'échantillons importantes et elles sont très calculatoires. Les deux raisons : modèle graphique de décision simple à interpréter, puissance de calcul nécessaire, suffisent à expliquer leur popularité récente.
- Elles ne requièrent pas d'hypothèses sur les distributions des variables et semblent particulièrement adaptées au cas où les variables explicatives sont nombreuses. En effet, la procédure de sélection des variables est intégrée à l'algorithme construisant l'arbre et les interactions sont prises en compte.
- En classification, la recherche de division est par ailleurs invariable par transformation monotone des variables explicatives quantitatives. Cela confère une certaine robustesse vis-à-vis de possibles valeurs atypiques.

Inconvénients :

- Cet algorithme suivant une stratégie pas à pas hiérarchisée peut, comme dans le cas du choix de modèle en régression, passer à côté d'un optimum global: une erreur de division en début d'arbre est propagée tout au long de la construction.
- De plus le découpage de l'espace des solutions par un ensemble d'hyperplans parallèles aux axes conduit à des solutions très abruptes, sans possibilité de lisser les "angles".

3.1 Tous joueurs

Nous avons dans un premier temps effectué un arbre de régression sur l'ensemble des 1 635 transferts (tous postes confondus) en utilisant comme variable cible le montant de transfert et non plus son logarithme, compte tenu de l'absence de contrainte sur la nature de distribution de cette dernière. *Les montants sont exprimés en millions d'euros afin de faciliter la visualisation graphique.*



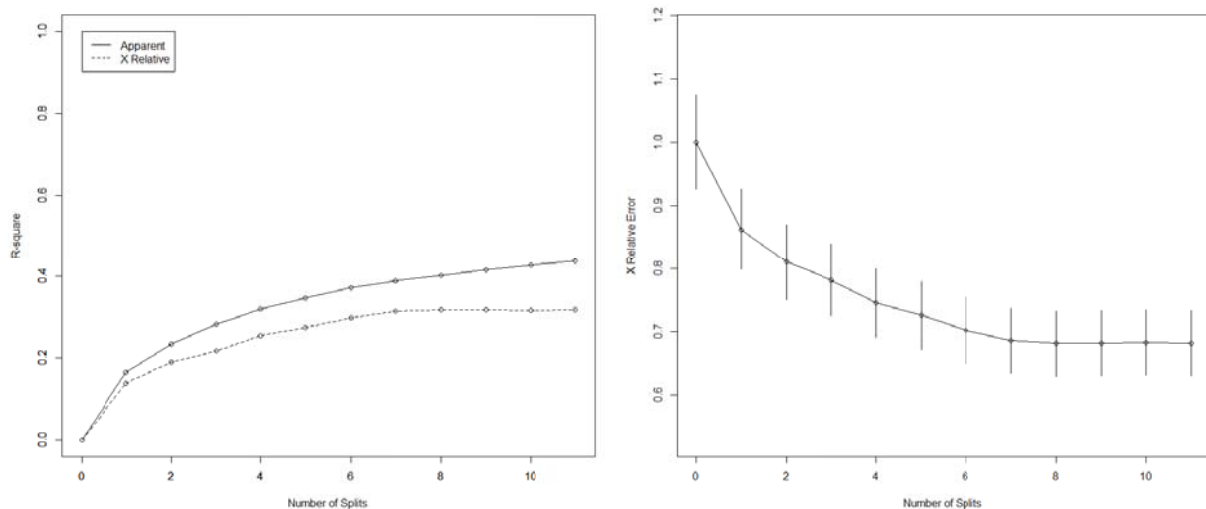
L'arbre ne retient que 8 variables parmi plus les 16 variables explicatives de départ : l'ancienneté (an), l'indicateur du pays du club (indp), l'indicateur de sélection (inds), la taille ainsi que 4 variables relatives aux performances de la saison précédant le transfert : nombre de matchs en C1 (perc1m), nombre de matchs en sélection (perim), ratio de buts (pergr) et ratio de passes (perar).

LECTURE GRAPHIQUE

Le graphique se lit de la manière suivante :

- à chaque nœud, la première ligne d'information indique le critère de séparation - à savoir un *indicateur sélection inférieur à 2.655 (inds<2.655) pour le premier nœud*. La classe est alors divisée en deux : à gauche les données qui remplissent le critère et à droite celles qui ne le remplissent pas- *tous les joueurs transférés dont l'indicateur sélection est supérieur à 2.655 se retrouvent dans la classe de droite*.
- La seconde ligne nous indique la moyenne du montant de transfert dans la classe qui s'apprête à être divisée – *3,9m€ pour l'ensemble des 1635 données*. Dès lors on constate que si l'indicateur sélection du joueur est supérieur à 2.655 alors sa valeur moyenne passe à 9,5m€, si en plus il a une ancienneté de plus de 9.5 années alors sa valeur moyenne atteint 11,1m€ et ainsi de suite.
- La dernière ligne (n=) nous indique le nombre de transferts constituant chaque classe - *1635 données dans la classe initiale*.

La variance du montant de transfert expliquée par cet arbre à 11 nœuds (certaines variables procédant à plusieurs divisions) est de 44% (R^2).



On voit notamment à travers le graphique ci-dessus, qu'après les 3 premières divisions, la variance interclasse représente déjà près de 30% de la variance totale.

Remarque : Du fait de l'asymétrie de la distribution des montants de transferts, étalée vers les grandes valeurs, l'ensemble des petites valeurs ($\leq 2\text{m€}$) se retrouve concentré dans la classe à l'extrême gauche du graphique : 814 données, soit plus de la moitié de l'échantillon.

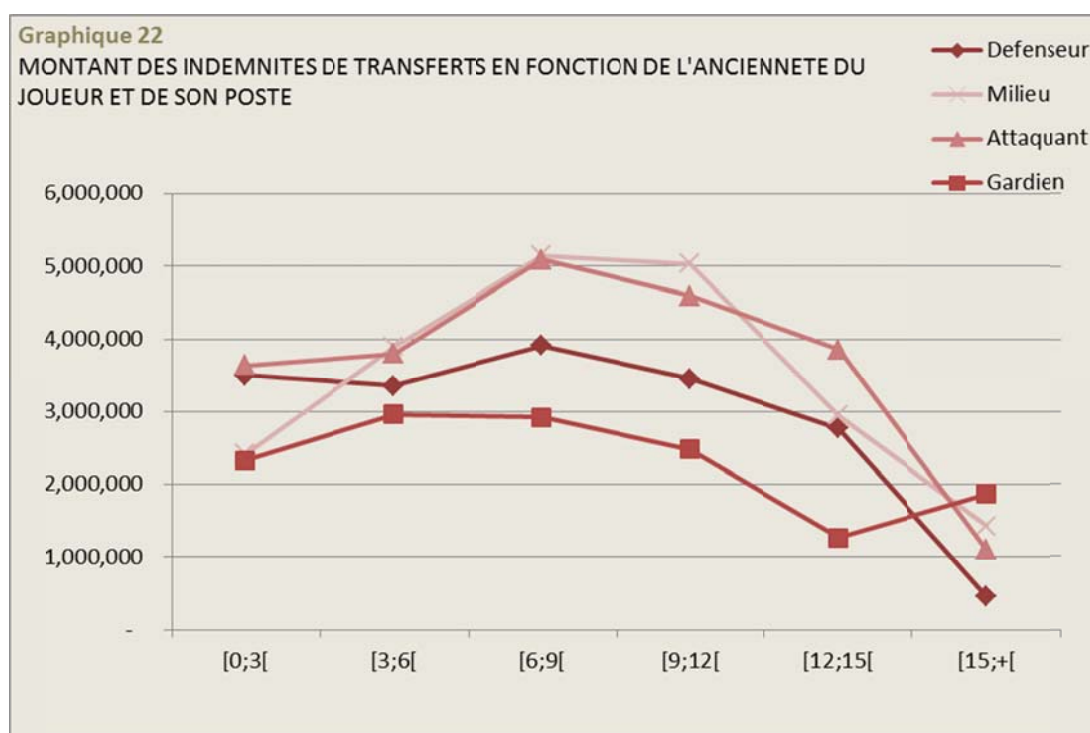
Il conviendrait donc vraisemblablement de traiter ces données à travers un nouvel arbre.

3.2 Par poste

Comment expliquer que la position du joueur, variable prépondérante de la détermination de la valeur d'un joueur dans la littérature, n'apparaisse pas dans les premiers nœuds de l'arbre de régression ? La raison réside dans le fait que les modalités de cette variable ont pu être concurrentes des variables actives pour plusieurs nœuds lors de la construction de l'arbre ; leur pouvoir de discrimination ne devenant ensuite plus significatif au niveau des sous classes résultantes.

Nous avons alors pris la décision de forcer le premier nœud en divisant l'échantillon en quatre sous-classes (Gardien, Défenseur, Milieu, Attaquant) puis de reproduire un arbre de régression sur chaque sous-classe. Notre décision a également été motivée par l'analyse de données effectuées à partir des facteurs de performances et au cours de laquelle, il semblait également que les indicateurs spécifiques de performances (buts, passes) pouvaient avoir un impact différent suivant le poste du joueur.

De plus, certaines autres variables plus générales telles que l'ancienneté ou la taille du joueur, semblent également impacter diversement le montant de transfert suivant la position du joueur ; lorsque l'on regarde le graphique ci-dessous, représentant la moyenne du montant de transfert par tranche d'ancienneté, on constate que l'évolution de la valeur d'un joueur en fonction de son ancienneté diffère suivant la position du joueur :

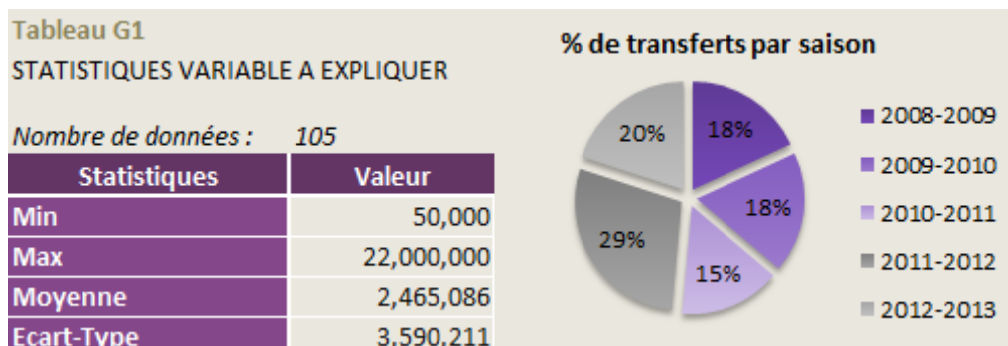


Ainsi la valeur des gardiens de but semble être moins volatile à l'ancienneté que pour les autres joueurs. On observe également que la valeur d'un milieu de terrain semble augmentée plus rapidement en début de carrière que celle d'un attaquant ou d'un défenseur mais il apparaît également qu'elle s'effondre plus vite en fin de carrière.

A suivre : Nous ferons un sommaire des données par poste, puis nous appliquerons un arbre de régression aux données, dont nous commenterons en détails les résultats.

Gardien

Il y a un peu plus de 100 données relatives à des transferts de gardien de but au sein de la base de données. 2,5m€ est le montant moyen auquel se sont échangés les contrats de gardien de but entre juin 2008 et décembre 2012 au sein des huit plus grands championnats européens.



Parmi les variables explicatives, la variable pied n'est pas renseignée pour les gardiens et les données sur les ratios but/match et passes/match ne sont pas discriminantes puisque toutes égales à 0 ou presque (un dégagement de gardien pouvant faire office de passe décisive). Malheureusement nous n'avions pas les ressources pour collecter une statistique spécifique sur la performance des gardiens (nombre de buts encaissés, nombre d'arrêts...).

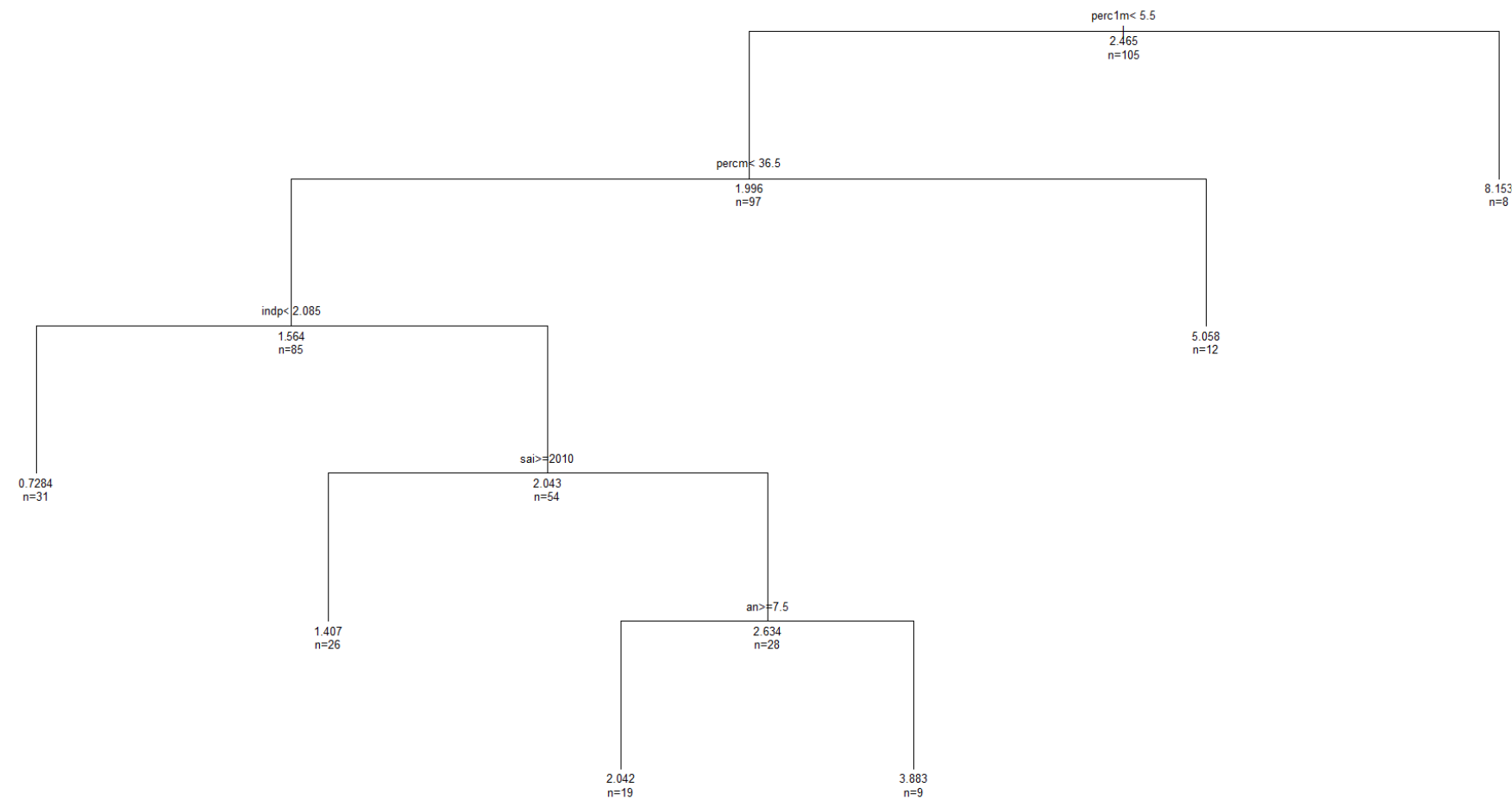
Seuls 35.7% de la variance sur les montants de transferts des gardiens de but sont expliqués par l'arbre de régression. Les 105 données de transferts sont divisées en 5 classes d'une taille allant de 8 pour la plus petite, à 31 pour la plus grande.

De façon similaire pour l'ensemble des joueurs quelque soit leur poste (voir dans les sections suivantes), le nombre de matchs disputés en C1 lors de la saison précédente est une variable déterminante dans l'explication de la valeur du contrat joueur au moment du transfert. Cette variable mélange à la fois le niveau du club vendeur (si le joueur a joué la C1 cela signifie que son club est un des meilleurs/plus riches en Europe) et l'importance du joueur au sein de l'équipe qu'il quitte (les matchs de C1 sont les plus importants de la saison pour un club). C'est pourquoi on constate, qu'un gardien qui a quitté son club après avoir joué 6 matchs ou plus en C1 avec ce dernier a coûté quatre fois plus cher (8,1m€) qu'un autre gardien (2m€).

La variable qui vient ensuite diviser cette classe d'autre joueurs est le nombre de matchs disputés en championnat au cours de la saison précédant le transfert. Le poste de gardien de but est un des rares postes où le joueur dispute dans la majorité des cas (hors blessure ou mauvaise performance) l'ensemble des matchs de son club (autour de 38 en championnat) lorsqu'il est désigné titulaire en début de saison. Dès lors, ce second nœud permet de répondre aux questions : le gardien est-il remplaçant dans son club, a-t-il été blessé lors de la saison précédente ou a-t-il été en méforme au point de perdre sa place ? Une réponse positive à l'une de ses trois questions et la valeur moyenne du gardien chute à 1,6m€, tandis que dans le cas inverse elle atteint 5,1m€.

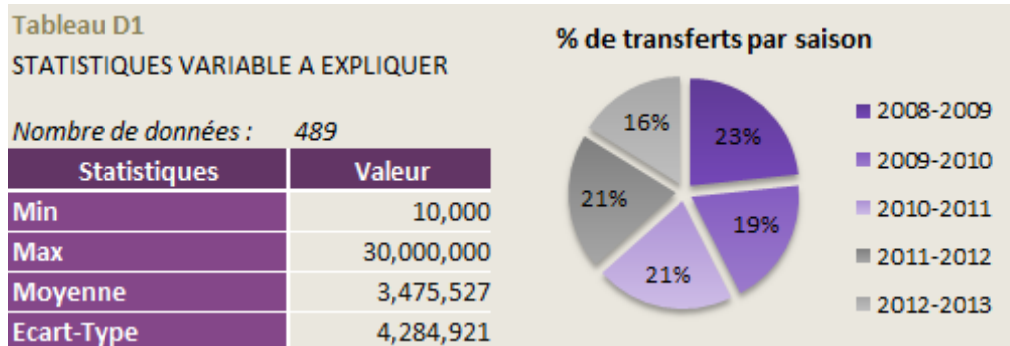
Les autres critères de discrimination se rapportent au niveau du championnat du club vendeur (corrélation positive), la saison du transfert (certains gardiens, à performances égales, auraient coûté plus cher avant 2010) et à l'ancienneté qui n'intervient qu'au dernier nœud retenu.

Arbre de Regression - Gardiens



Défenseur

Les transferts payants de contrats de défenseurs sont au nombre de 489 au sein de notre base de données. Entre juin 2008 et décembre 2012, le contrat d'un défenseur a coûté en moyenne 3,5m€ juin 2008 et décembre 2012.



L'arbre de régression permet d'expliquer près de la moitié de l'information ($R^2=45.7\%$) à travers 9 divisions binaires menant à 10 sous classes dont la taille varie entre 7 et 240 données de transferts.

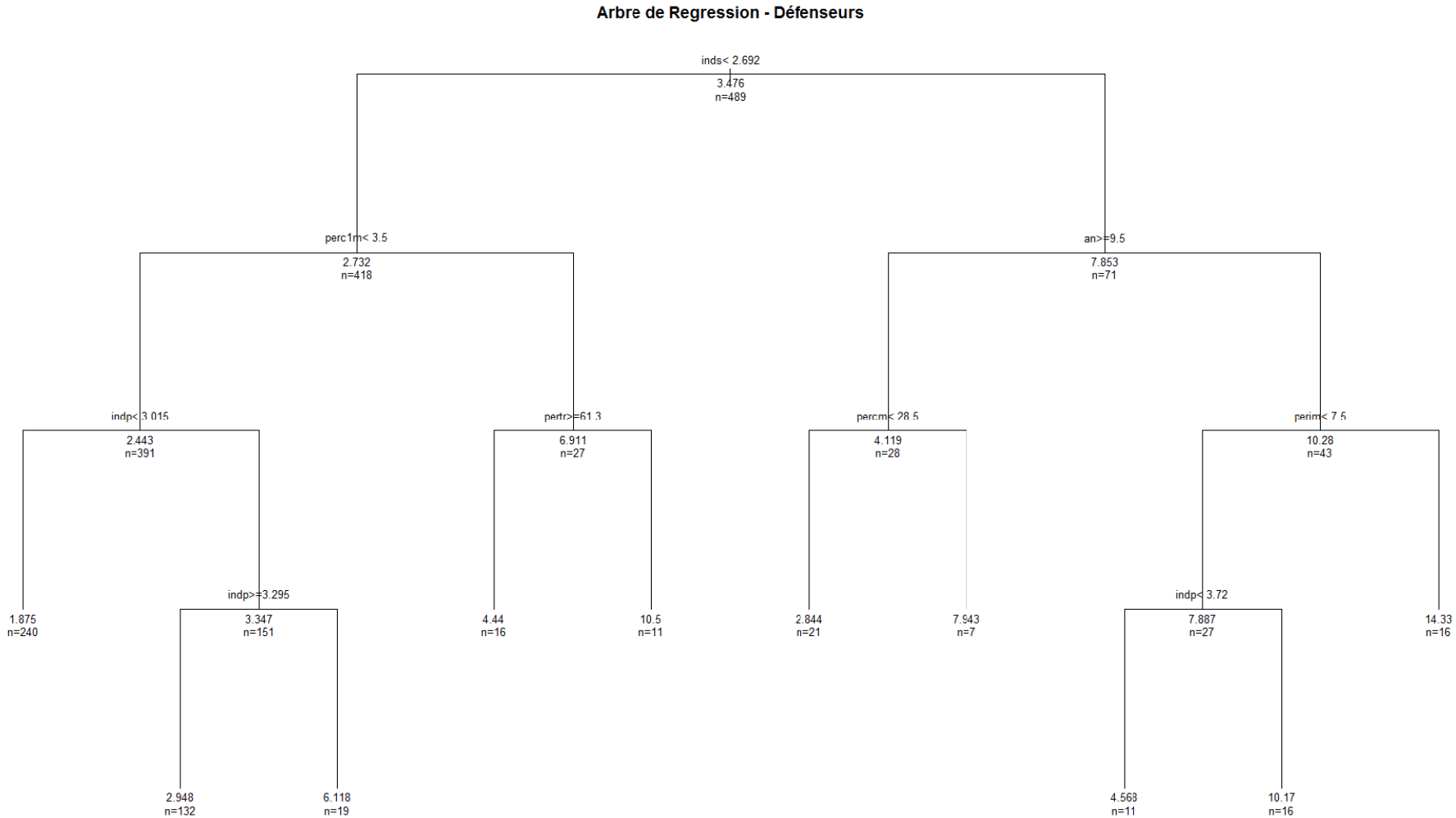
Le premier critère de division est l'indicateur de sélection. Lorsqu'un défenseur est international dans une bonne sélection nationale (indicateur supérieur à 2.69) alors sa valeur moyenne est de près de 8m€ contre 2,7m€ pour les autres.

Il est également intéressant de noter que la valeur du contrat de ces défenseurs internationaux semble corrélée positivement à leur ancienneté : la valeur en moyenne pour un joueur avec moins de 10 ans d'ancienneté est de 10,3m€ contre 4,1m€ pour un joueur avec 10 ans d'expérience ou plus, étant proche de la fin de sa carrière et donc avec une valeur commerciale plus faible (ne pouvant plus énormément progresser).

Du côté des défenseurs non-internationaux ou dont la sélection ne fait pas partie des meilleures mondiales, le nombre de matchs en C1, le temps de jeu par match et la valeur du championnat dans lequel ils évoluent constituent les critères les plus discriminants. Les résultats sont d'ailleurs un peu étranges sur cette partie du graph puisque pour une certaine catégorie de défenseurs le fait d'avoir joué moins de 60 minutes par match au cours du dernier exercice ferait augmenter la valeur du joueur. On se rend là compte des limites de la modélisation, puisque derrière ce critère de segmentation se cachent probablement d'autres variables plus pertinentes.

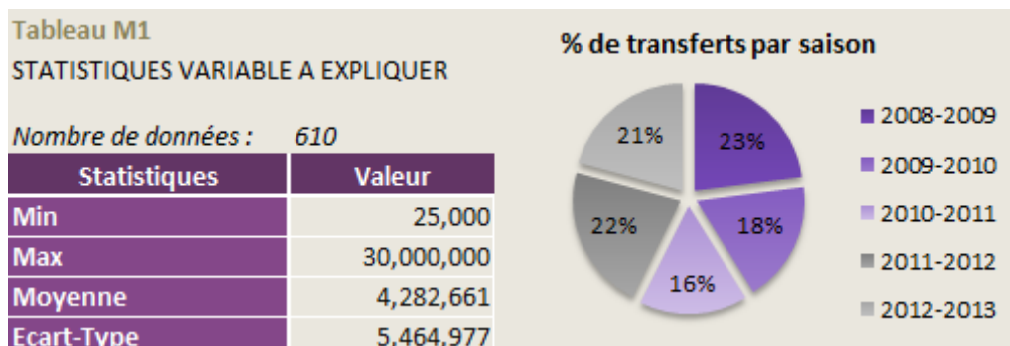
Globalement plus un défenseur a joué de matchs lors de la saison écoulée, plus sa côte sur le marché sera élevée, quelle que soit la compétition disputée.

Il est plus difficile de juger un défenseur sur ses performances individuelles qu'un attaquant (nombre de buts) ou un milieu de terrain (passes décisives, pourcentage de passes réussies). Dès lors l'expérience se montre être un facteur bien plus déterminant dans la valorisation de ce type de joueur, à travers des variables telles que l'expérience internationale, l'ancienneté ou le nombre de matchs disputés.



Milieu

Les transferts de milieux de terrain sont les plus représentés dans notre base, avec 610 données. Les contrats des milieux de terrains se sont échangés en moyenne pour 4,2m€ entre juin 2008 et décembre 2012 au sein des huit plus grands championnats européens.



Près de 56% de la variance sur les montants de transferts des milieux de terrain sont expliqués par l'arbre de régression. Les 610 données de transferts sont divisées en 14 classes contenant entre 10 et 312 données.

L'indicateur de sélection, comme pour l'ensemble des joueurs de champs (tous joueurs hors gardien de but), est une des variables les plus actives scindant pour les milieux le groupe en deux classes dont les moyennes des montants de transferts sont très éloignées (3,2m€ vs 10,6m€). On retrouve par ailleurs cette variable sur le 5^{ème} nœud mais à un niveau de segmentation différent.

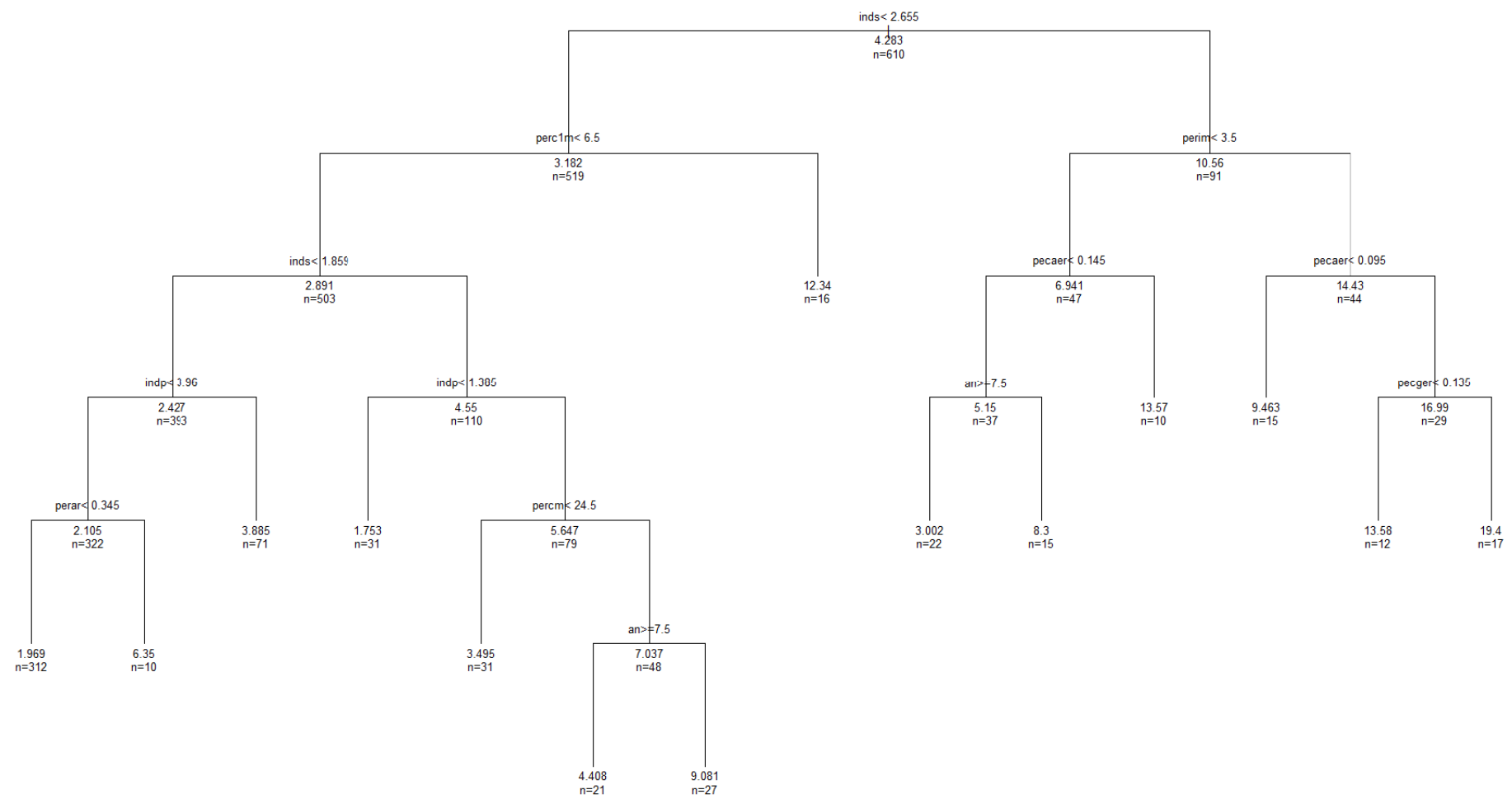
Comme attendu, le ratio de passes décisives (le ratio récent pour les joueurs de la partie gauche et le ratio sur l'ensemble de leur carrière pour les joueurs les plus chers) semble être un facteur explicatif majeur de la valeur du contrat joueur du milieu de terrain : plus ce ratio est élevé, plus le montant de transfert du contrat est important.

Pour les milieux de terrain les plus chers, le ratio de buts marqués au cours de leur carrière est également un critère important dans la détermination de leur valeur sur le marché des transferts. Le nombre de buts marqués par match étant corrélé positivement au prix du milieu de terrain, cela conforte ce que nous avons vu lors de la description des données, à savoir que les milieux les plus offensifs (inscrivant en moyenne plus de buts), coûtent en moyenne plus cher que leurs homologues dont la tâche est plus défensive.

L'ancienneté joue également un rôle, puisque l'on s'aperçoit que si un milieu de terrain possède moins de 8 années d'expérience et donc encore une marge de progression, il coûtera en moyenne plus cher au club qui souhaite l'acquérir.

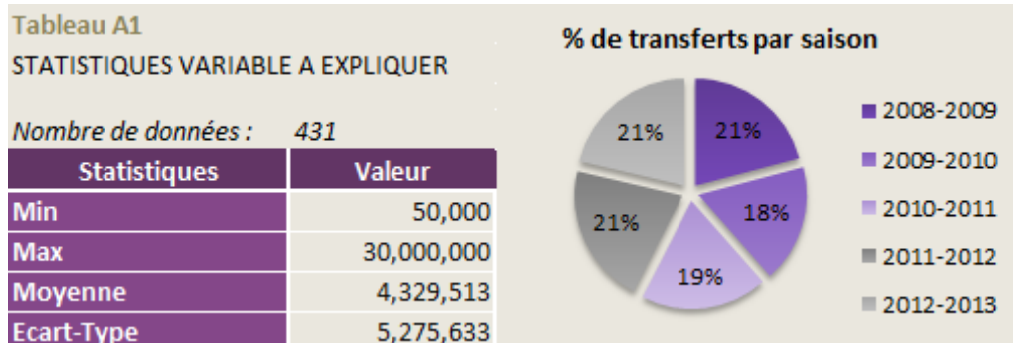
Enfin on remarque que l'indicateur du championnat du club, comme sur les autres postes, a une influence importante sur les joueurs les moins chers ; on peut penser que cela traduit le fait qu'à niveau de performance égal, un joueur coûtera plus cher si son club de base a un fort pouvoir économique (lien démontré avec les résultats sportifs de l'indicateur pays).

Arbre de Regression - Milieux



Attaquant

431 des 1635 données concernent des transferts d'attaquants. Ils sont les joueurs dont le contrat a coûté le plus cher en moyenne : 4,3m€ entre juin 2008 et décembre 2012 au sein des huit plus grands championnats européens.



L'arbre de régression permet d'expliquer plus de la moitié de l'information ($R^2=52.7\%$) à travers 10 divisions binaires menant à 11 sous classes dont la taille varie entre 10 et 204 données de transferts.

Le premier critère de division est le nombre de matchs en C1 lors de la saison dernière : les douze attaquants transférés après qu'ils aient joué 7 matchs ou plus dans cette compétition lors de la saison précédant la transaction, ont rapporté en moyenne 18,5m€ à leur club. La valeur marchande bien plus élevée de ces joueurs s'explique par le fait que si ils ont joué autant de matchs dans la reine des compétitions européennes, dès lors on peut penser qu'ils sont titulaires dans un top club européen, et sont les seuls à accéder à cette dernière. La valeur 7, n'est pas anodine puisqu'un joueur ne peut jouer 7 matchs dans cette compétition que si son club atteint les 8^{ème} de finale, c'est-à-dire si son équipe termine parmi les 16 meilleures équipes européennes de la saison.

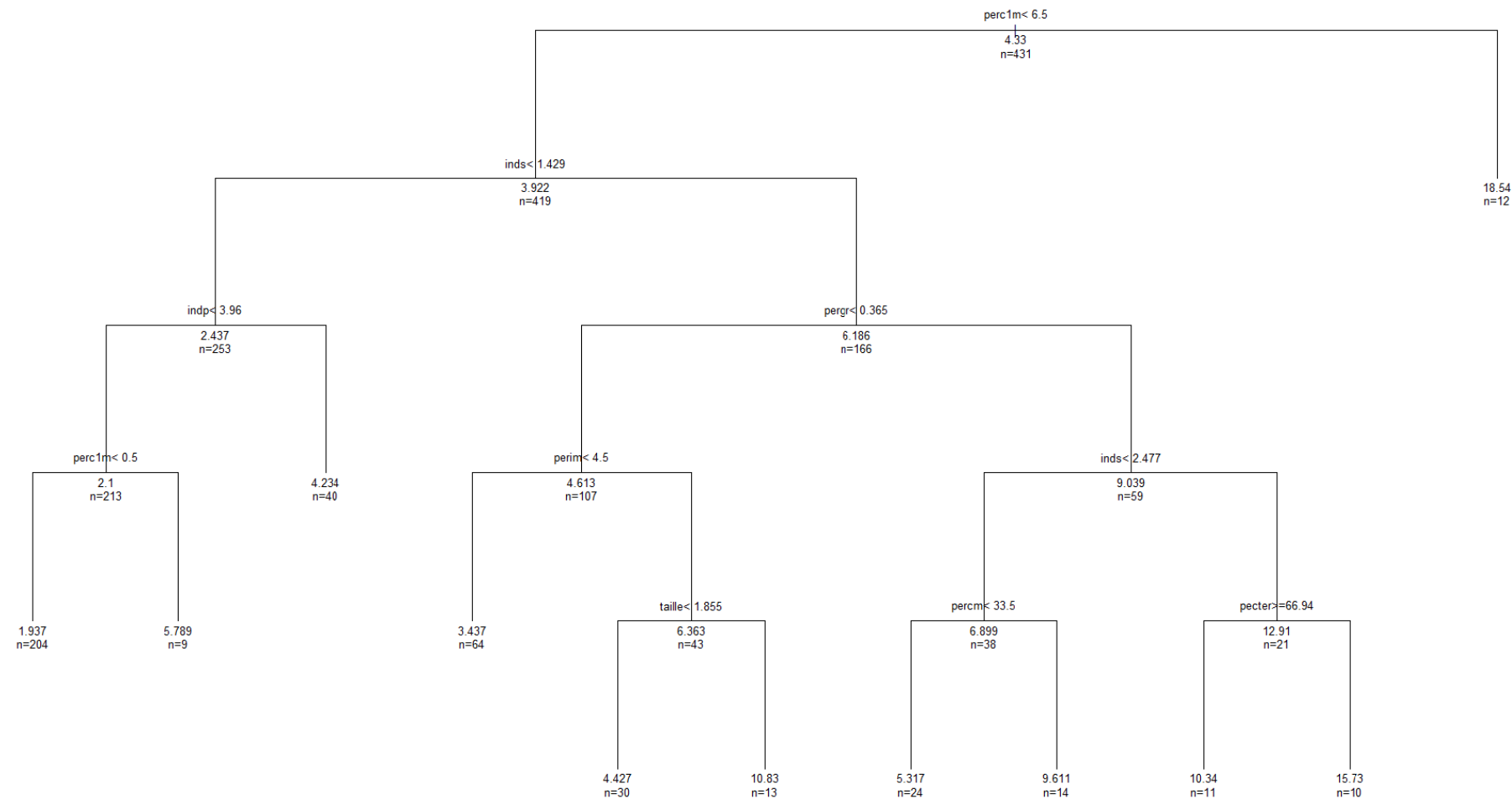
Le second critère de division est l'indicateur de sélection : si le joueur est international dans une équipe nationale dont l'indicateur est supérieur à 1.429 alors sa valeur est quasiment triplée (6,2m€ contre 2,4m€ pour les non internationaux et autres). L'importance du statut international pour un footballeur dans la détermination de sa valeur est ici à nouveau apparente.

De même, il est intéressant de noter que le ratio de buts matchs arrive tôt dans la régression (4^{ème} nœud), tandis que dans l'arbre de régression sur les données totales, il faisait partie des derniers critères discriminants retenus. Cela confirme que ce critère de performance est davantage déterminant pour la valeur d'un attaquant que pour un autre joueur.

De plus on peut remarquer également que la taille est retenue sur la fin de la régression, et que les joueurs les plus grands (>1.85m) de la sous classe parente coûte près de deux fois plus cher en moyenne que les joueurs de taille plus modeste de cette même sous-classe.

Il est important de noter que l'ancienneté n'a pas été retenue par l'arbre. Même si elle est partiellement corrélée à certaines variables, on dénote que la valeur d'un attaquant à un instant t serait bien plus déterminée par ses performances récentes (sa forme du moment) que par son expérience.

Arbre de Regression - Attaquants



Backtesting

Nous avons effectué le même exercice de *backtesting* qu'avec le modèle économétrique.

Tableau 28

STATISTIQUES VARIABLE A EXPLIQUER

Statistiques	Observées	Théoriques	Différence
Min	29,545	728,400	698,855
Max	30,000,000	19,400,000	-10,600,000
Moyenne	4,726,067	4,733,617	7,550
Médiane	2,500,000	3,885,000	1,385,000
Ecart-Type	5,818,983	3,926,963	-1,892,020

Compte tenu des valeurs estimées très approximative de l'arbre de régression, plus de la moitié des écarts de prédiction sont supérieurs à 2 millions d'euros en valeur absolue.

En revanche on s'aperçoit que l'écart en moyenne est minimal.

Conclusion Arbres de Régression: L'analyse des arbres de régressions par poste est intéressante car en dehors du fait qu'elle apporte des résultats aisément interprétables, elle permet de visualiser les variables explicatives communes à tous les joueurs ainsi que les déterminants spécifiques à chaque poste.

On a ainsi vu que le prix du contrat d'un gardien de but varie sensiblement suivant que celui-ci est joué ou non la quasi-totalité des matchs de son club en championnat lors de la saison précédente, ou encore que la valeur d'un défenseur était déterminée en partie par son expérience des grandes compétitions (européennes et internationales). Nous avons également pu constater que le montant de transfert d'un milieu de terrain est souvent lié à son ratio de passes décisives alors que la valeur du contrat d'un attaquant dépend d'avantage du nombre de buts marqués lors du dernier exercice.

Dans le même temps, nous avons pu apprécier que comme dans le modèle économétrique, les facteurs explicatifs les plus significatifs pour l'ensemble des joueurs sont l'expérience internationale, la participation à la C1 lors de l'exercice précédent, l'ancienneté, le niveau du club (à travers les résultats des clubs de son championnat) et le nombre de matchs en championnat.

Malgré la pertinence sémantique a priori des résultats, la méthode des arbres de régression appliquée à nos données, ne permet pas d'approximer avec justesse la valeur contrat d'un joueur ; la variance intra classe restant élevée. Néanmoins, l'algorithme découlant de ces arbres permet d'avoir une idée plus ou moins proche de la valeur moyenne d'un joueur en fonction d'un nombre limités de conditions binaires appliquées aux observations de nos variables explicatives.

Cette méthode pourrait avoir un intérêt dans la segmentation des contrats joueurs par catégorie de valeur, dans le cadre de la tarification des contrats assurantiels associé à chaque joueur.

Conclusion Partie IV :

Compte tenu de la qualité approximative des données, l'exercice de modélisation n'était pas forcément évident, et encore moins garant de résultats.

A travers un processus concis, qui s'étend de l'obtention des données au *backtesting* des valeurs estimées, la dernière partie du corps de ce mémoire a tenté de répondre à la question : la valeur d'un contrat joueur est-elle déterministe ?

Nous serions tentés de répondre qu'elle l'est partiellement. En effet, il se dégage clairement de notre étude une corrélation entre certains facteurs déterminants et le montant des contrats joueurs transférés au cours des dernières saisons. Ces derniers étant ceux repris dans les différents ouvrages sur la valorisation théorique d'un joueur de football, ou d'un professionnel plus largement : l'ancienneté, l'expérience, les performances à court-terme, le poste occupé, la valeur de l'entreprise qui l'emploie.

La modélisation nous permet vraisemblablement de conclure également à l'absence dans notre modèle de certains facteurs a priori déterminants, notamment la durée de contrat restante du joueur avec le club vendeur. La réalisation de cet exercice de modélisation avec des moyens plus conséquents en termes d'extraction/qualité de données permettrait sans doute d'obtenir de meilleurs résultats.

Les résultats obtenus de par l'utilisation des arbres de régression, convergent vers une notion de pluralité du marché. Il existe non seulement la dualité entre les joueurs stars et les autres, mais il semblerait également qu'une distinction soit nécessaire au sein même du marché secondaire, entre les joueurs qui s'échangent au-dessus de 2 millions d'euros et ceux qui s'échangent en-dessous ; les facteurs explicatifs n'ayant pas forcément le même impact au sein de ces deux catégories de joueur.

Enfin nous n'ôterons pas non plus l'idée de notre tête, qu'une partie non négligeable des prix auxquels sont transférés certains joueurs de football tient à l'irrationalité d'un marché complexe ; et que les méthodes mathématiques appliquées à ce type d'actif sont dans certain cas à compléter par des avis d'experts.

4 Pour aller plus loin

4.1 Modèle de valorisation du CIES

L'Observatoire du football du CIES a lancé en juillet 2014 un formulaire en ligne pour estimer la valeur de transfert des joueurs évoluant dans les cinq grands championnats européens, dont voici l'interface que l'on peut retrouver sur le site web (<http://www.football-observatory.com/valeur-transfert>).

VALEUR DE TRANSFERT DES JOUEURS

1. Informations générales

Age
Entre 18 et 33

Fin de contrat
 Mois
 Année

Poste

2. Performances avec leur(s) club(s)

	Du 10/02/2014 au 10/08/2014	Du 09/08/2013 au 09/02/2014	Du 08/02/2013 au 08/08/2013	Du 07/08/2012 au 07/02/2013
Matches joués en championnat	 <i>Au moins 4</i>			
Buts marqués en championnat				
Pays dans lequel le footballeur a joué le plus de matches de championnat	---Pays---	---Pays---	---Pays---	---Pays---
Niveau de compétition dans lequel le footballeur a joué le plus de matches de championnat	1	---Division---	---Division---	---Division---
Points par match du club où le footballeur a joué le plus de matches de championnat durant la période de référence <i>La valeur doit être comprise entre 0 et 3, maximum deux décimales</i>				

3. Equipe nationale A

Equipe nationale A représentée depuis le 10/08/2013

Si une équipe nationale A est sélectionnée, le nombre de matches ne peut pas être égal à 0.

Nombre de matches joués avec l'équipe nationale A depuis le 10/08/2013
Maximum 25

Avec des moyens bien plus conséquents et notamment une base de données élargie, l'Observatoire du football a basé son modèle de valorisation sur 27 variables explicatives (contre 12 dans le mémoire). Nous retrouvons les facteurs explicatifs qui étaient prépondérants dans notre modèle, à savoir le nombre de matches joués et le nombre de buts marqués à court terme (ici 24 mois, contre une seule saison pour nous), les performances du club vendeur et son championnat (nous incorporons ces deux notions à travers la seule variable indicateur club), l'âge du joueur, son poste et son expérience internationale. En addition, le CIES utilise la durée de contrat restante au joueur dans son club vendeur, variable dont nous avons souligné la prépondérance mais qu'il nous était impossible de récupérer au moment de la création de la base de données.

Nous aurions souhaité essayer de comparer nos estimations à celles du CIES sur la base d'au moins une vingtaine de données joueurs, malheureusement, nous ne disposons pas de l'ensemble des ressources nécessaires (notamment sur la durée du contrat au moment du transfert du joueur).

4.2 Modèle basé sur les flux actualisés

Le modèle présenté dans ce mémoire est basée sur les caractéristiques du joueur au moment de son transfert ; mais on pourrait également imaginer un modèle d'évaluation de la valeur du contrat d'un joueur basé sur l'actualisation de l'estimation des flux futurs qu'il générera pour son club détenteur.

L'élaboration d'un arbre probabilisant les issues possibles à la fin de chaque saison en termes de recettes et de valeur résiduelle du joueur est un concept qui fait sens, et pourrait s'apparenter à la notion d'option réelle étant donné la flexibilité liée à l'investissement réalisé par un club lorsqu'il achète un joueur.

Cependant, compte tenu de la difficulté qui réside dans le fait de dispatcher les flux générés par l'équipe par joueur, ce type de modèle est difficile à mettre en place, mais pourrait être adapté aux joueurs du marché primaire afin de venir compléter le modèle économétrique spécifique aux joueurs du marché secondaire.

4.3 Circuits préférentiels des joueurs

Nous avons vu dans la première partie, qu'il existait une corrélation entre le pays du club acheteur et le pays du club vendeur à travers la carte des flux migratoires.

Etant donné que nous ne connaissons pas le club acheteur a priori, variable qui a une influence dans la détermination du montant de l'indemnité, l'utilisation de ces circuits préférentiels afin de déterminer un club acquéreur type suivant la nature du club vendeur pourrait nous permettre de rajouter une nouvelle dimension à notre modèle économétrique.

En effet, suivant le club dans lequel va évoluer le joueur transféré, il pourra participer à l'acquisition de plus ou moins de recettes : si il signe à Man United, alors son impact se calculera sur une assiette de 500m€ de chiffre d'affaires, tandis que si il signe à l'OM ce sera 200m€. Ce paramètre économique se retrouve également souvent au cœur de la négociation du salaire du joueur.

Conclusion

Ce mémoire m'a permis de mesurer l'ampleur d'une étude complète à une problématique encore inexplorée à l'aide de méthodes actuarielles. De sa réflexion à sa conception, j'ai d'abord participé à la réalisation d'une importante étude de marché. Cette dernière a montré à quel point le travail préparatoire d'une telle problématique était primordial ; et qu'il demandait d'être consciencieux et exhaustif. Cette première étape du mémoire d'actuaire m'a également permis de découvrir attentivement un marché spécifique à travers :

- L'étude de l'histoire et du fonctionnement actuel du marché des contrats joueurs
- La description des aspects juridiques et contractuels des contrats joueurs
- L'analyse des perspectives pouvant impacter cette activité
- Le perfectionnement de mes acquis en termes de comptabilité internationale.

Cette étude m'a aussi amené à travailler de façon autonome sur un sujet encore peu documenté, entraînant un sens critique des différents documents se rapportant de près ou de loin au problème de comptabilisation des contrats joueurs.

Une fois ces connaissances posées, cela m'a permis d'enrichir la discussion sur l'efficacité de profondément modifier les principes, dépassés, de comptabilisation des actifs contrats joueurs. J'ai donc été amené à réfléchir à la façon la plus adaptée de passer à un mode de comptabilisation en juste valeur, plus adapté aux actifs volatiles que sont les contrats joueurs. Ma compréhension des normes comptables internationales, acquise au cours de mon cursus scolaire, m'a amené à prendre compte de la difficulté de rapprocher le marché des contrats joueurs à un marché actif comme défini par l'IASB. De ce fait, s'est imposée, la convergence vers une valorisation en *mark-to-model*, faisant appel aux méthodes actuarielles qui m'ont été enseignées.

Afin d'atteindre le but ultime de l'étude, à savoir la création d'un outil déterministe de modélisation de la valeur d'un contrat joueur permettant de substituer au coût historique actuellement comptabilisé, la suite du travail consista à l'application d'un processus long et rigoureux :

- Constitution d'une base données en fixant le périmètre de l'étude
- Gestion des corrélations entre variables à travers l'étude des statistiques descriptives
- Sélection de la forme adaptée de modélisation : régression linéaire multiple
- Validation/Test du modèle : mise en exergue de certains choix (automatiques) inadaptés de variables, *backtesting*, adaptation des résultats aux objectifs de l'étude.
- Recherche d'alternative/Comparaison avec une méthode différente
- Définition des axes d'amélioration/continuité du projet

Au terme de toutes ces étapes, ce travail m'a permis de ne pas conclure à l'irrationalité du marché des contrats joueurs et de pousser à poursuivre les recherches en affinant/enrichissant la qualité des observations. Ce projet m'a également amené à travailler sur un sujet atypique au milieu de l'assurance, mais pour lequel j'ai dû allier connaissances comptables et compétences mathématiques ; la dernière étape de valorisation se rapprochant d'un processus actuariel de tarification d'un produit assurantiel. Enfin, l'impact utile que pourrait avoir ce mémoire sur la comptabilité et la gestion des risques pour les clubs sportifs professionnels, m'ont amené à un niveau d'extrême de rigueur et d'assiduité dans mon travail, me préparant ainsi à la vie en entreprise.

Bibliographie

Articles

PRIMAULT D. (2010) Quel impact sur le marché des joueurs. *Jurisport* 98, 31-33

MANDARD S. (2011) Les footballeurs désertent le championnat de France. *LeMondedu* 12.04.2011

UCPF (2011) *Note relative au rapport de la DNCG saison 2009-2010*

LFP (2009) Fair-play financier, un nouveau pas décisif de l'UEFA. *Footpro* 48, 4-7

SZYMANSKI S., SMITH R. (1997) The English football industry, profit, performance and industrial structure, *International Review of Applied Economics* 11, 135-153

DEJONGHE T., VAN OPSTAL W. (2010) Competitive balance between national leagues in European football after the BOSMAN case, *Rivista di dirittoeconomie dello sport* 6

FIRCK B. (2007) The football players' labor market: empirical evidence from the major European leagues, *Scottish Journal of Political Economy* 54, 422-443

Cours / Théorie Mathématiques

BERNDT E.R. (1996) *The Practice of Econometrics : Classic and Contemporary*

ARMATTE M. *Cours d'économétrie II (Méthodes de la Prévision et de la Modélisation)*

WIKI STAT *Arbres binaires de décision*, www.math.univ-toulouse.fr

DECAESTECKER C., SAERENS M. *Les arbres de décision*, www.ulb.ac.be

Comptabilité

JOURNAL OFFICIEL UE (2008) *IAS 38 Immobilisations Incorporelles*

LEREPER (2009) *Norme comptable internationale 38 (IAS 38)*

CONSEIL NATIONAL DE LA COMPTABILITÉ (2004) *Avis n°2004-12 du 23 juin 2004 relatif au traitement comptable des indemnités de mutation versées par les sociétés " à vocation sportive "*

CONSEIL NATIONAL DE LA COMPTABILITÉ (2004) *Analyse comptable des immobilisations incorporelles cas des indemnités de mutation dans les clubs sportifs*

Etudes

CIES Football Observatory (2011) *Rapport sur les migrations globales des footballeurs*

CIES Football Observatory (2011) *Etude du marché du travail européen des footballeurs*

Commission des Communautés Européennes (1999) *Rapport d'Helsinki sur le Sport*

BESSON E. (2008) *Accroître la compétitivité des clubs de football professionnel français*

SCHMIDT D. (2007) *The effects of the Bosman-case on the professional football leagues with special regard to the top-five leagues*, University of Twente Bachelor Thesis

UEFA (2010), *Rapport de benchmarking sur la procédure d'octroi de licence - Exercice 2009*

UEFA (2011), *Rapport de benchmarking sur la procédure d'octroi de licence - Exercice 2010*

UEFA (2012), *Rapport de benchmarking sur la procédure d'octroi de licence - Exercice 2011*

Ouvrages

ANDREFF W. (2010) *Economie internationale du sport. Sport, Culture, Sociétés*, PUG

GOUGUET J.J. (2005) *Le sport professionnel après l'arrêt Bosman*, Pulim

MINQUET J.P.L. (2005) *Organisations sportives : Pratique de finance, d'Organisation*

KUPER S., SZYMANSKI (2009) *Soccernomics*, Nation Books

Rèlements

DNCG règlement de la Direction Nationale. du Contrôle de Gestion <http://www.lfp.fr/corporate/dnccg>

FIFA (2010) *Règlement du statut et du transfert des joueurs*

Conseil National de la Comptabilité (2004) *Avis n°2004-12 du 23 juin 2004 relatif au traitement comptable des indemnités de mutation versées*

Journal Officiel de l'UE (2008) *Norme comptable internationale 38*

UNFP (2011) *Charte du football professionnel*

UNFP (2011) *Rèlements de la LFP*

UNFP (2004) Libre circulation, la nouvelle géographie du football français. *Profession football* 30, 3-4

UNFP (2004) Que reste-t-il de la licence UEFA. *Profession football* 31, 3

UNFP (2008) Indemnisation des clubs formateurs français. *Profession football* 57, 4

Glossaire

ACP : Analyse en composantes principales

AIC : critère d'information d'Akaike ; mesure de la qualité d'un modèle statistique proposée par Hirotugu AKAIKE en 1973.

backtesting : test rétro-actif de validité consistant à évaluer la pertinence d'une modélisation en s'appuyant sur un ensemble de données historiques réelles.

Big Five : dénomination utilisée afin de parler des cinq plus « grandes » ligues du football européen (Allemagne, Angleterre, Espagne, France, Italie).

CIES : Le Centre International d'Etude du Sport, dont le siège est à Neuchâtel, développe dans une perspective de type pluridisciplinaire (juridique, sociologique, géographique, managériale et historique), des activités de recherche, de formation et de consulting au service des institutions sportives.

Copa America : tournoi continental d'Amérique du Sud ; plus importante compétition internationale de football organisée par la CONMEBOL (Confédération sud-américaine de football).

DNCG : Direction Nationale du Contrôle de Gestion ; commission indépendante hébergée par la Ligue de football professionnel, chargée de surveiller les comptes des clubs de football professionnels en France.

fair-play financier : mesure régulée par L'UEFA, ayant pour but d'assainir et d'équilibrer les finances des clubs professionnels, dont les principes sont développés dans le dernier chapitre de la partie II.

FIFA : La Fédération Internationale de Football Association est l'association mondiale des fédérations nationales de football (208 au total). Elle a pour vocation de gérer et de développer le football à travers le monde et est notamment chargée d'organiser la Coupe du Monde de football. La FIFA est actuellement présidée par Joseph Sepp BLATTER.

GLM : *Generalized linear model* ; Modèles Linéaires Généralisés

IASB : L'*International Accounting Standards Board* est l'organisme mondial chargé de l'élaboration et de la promotion des normes comptables internationales IAS/IFRS. L'IASB est présidée par Sir David TWEEDIE.

IFRS : *International Financial Reporting Standards* ; normes internationales d'information financière

mark-to-model : méthode de tarification consistant à valoriser une position sur la base d'un modèle financier et donc d'hypothèses formulées par l'évaluateur. *plus amplement défini dans la partie III.*

MSE : erreur quadratique moyenne

QQ plot : graphique quantile-quantile

R² : coefficient de détermination

SASP : Société Anonyme Sportive Professionnelle ; structure très proche d'une société anonyme classique, destinée à la gestion d'un club sportif

ISBLSM : Institutions sans but lucratif au service des ménages

TCEPA : toutes choses égales par ailleurs

UEFA : L'*Union of European Football Associations* est l'association européenne des fédérations nationales de football (53 au total). Elle a pour vocation de gérer et de développer le football à l'échelle continentale et est notamment chargée d'organiser les différentes coupes d'Europe de football (Euro, Ligue des Champions, Liga Europa). L'UEFA est actuellement présidée par Michel PLATINI.

UNFP : Union Nationale des Footballeurs professionnels : principal syndicat des footballeurs professionnels français.

Compétitions :

- **Championnat** : compétition de football domestique.
- **Ligue des Champions (C1)** : compétition annuelle de football organisée par l'UEFA et regroupant les meilleurs clubs du continent européen. C'est la compétition sportive interclubs la plus prestigieuse d'Europe, devant la Ligue Europa.
- **Ligue Europa (C3)** : antichambre de la Ligue des Champions.
- **Matches Internationaux** : matchs joués avec la sélection nationale.

Unités monétaire

m€ / k€ : million(s) d'euros / millier(s) d'euros

Annexes

1 Contrat de travail d'un joueur professionnel du championnat de France



CONTRAT DE JOUEUR PROFESSIONNEL
CONTRAT N°

Homologué le

22 JUL. 2009

Commission Juridique de la
Ligue de Football Professionnel

Entre les soussignés :

Le Club

N° d'affiliation F.F.F.
représenté par

Le Joueur

Monsieur

de nationalité , né le à

Clubs dans lesquels évoluait le joueur au cours des douze saisons précédentes, en précisant les mutations temporaires (M)

2008/2009
2007/2008
2006/2007
2005/2006
2004/2005

Le joueur n'a pas eu recours aux services d'agents sportifs.

Le club n'a pas eu recours aux services d'agents sportifs.

Le joueur n'était pas en fin de contrat avec son club.

Le joueur ne vient pas d'une Fédération étrangère.

Ce n'est pas le premier contrat professionnel du joueur.

Le joueur occupe habituellement le poste d'Attaquant.

Le joueur n'est pas issu d'un Pôle Espoir.

A été convenu ce qui suit :

Le joueur s'engage à compter du **juillet 2009** à pratiquer le football en qualité de joueur professionnel au Club

Le présent contrat est conclu pour une durée déterminée et est soumis aux dispositions de l'article L. 1242-2, 3° et D. 1242-1 du Code du travail.
Il est conclu pour une durée de saison(s) et expire à la fin de la saison

Le Club s'engage à verser audit joueur, conformément à l'annexe générale n°1 de la Charte du Football Professionnel :

1°) Une rémunération mensuelle fixe brut en points correspondant à euros (art. 759).

2°) Une prime de présence dans les conditions prévues à l'article 763.

3°) Une prime de résultat et de qualification dans les conditions prévues aux articles 764 et 766.

4°) Une prime de classement en fin de compétition, conformément aux dispositions de l'article 765.

La rémunération inclut le dispositif prévu par l'article L. 222-2 du Code du sport qui sera appliqué dans le respect des modalités inscrites dans la Charte du football professionnel (articles 750 et 750bis).

Le Club et le Joueur s'engagent à respecter toutes les dispositions de la Charte du Football Professionnel dont un exemplaire a été remis au joueur qui déclare en avoir pris préalablement connaissance, ainsi qu'un exemplaire du règlement intérieur du club dont il déclare accepter toutes les stipulations.

Fait à , le

Pour être valable, le document doit comporter les signatures MANUSCRITES sur chaque exemplaire.

Signature du Club

Signature du Joueur

Signature et bon pour autorisation du
représentant légal du Joueur

précédée de la mention manuscrite "lu et approuvé"

précédés de la mention manuscrite "lu et approuvé"

Le joueur reconnaît avoir été informé par le club et avoir reçu communication de la décision de la D.N.C.G. concernant le recrutement par le club (pouvant entraîner la non homologation du présent document).

Signature du joueur

Fédération Française de Football - Association déclarée sous le n° 7408 - Reconnue d'utilité publique par décret du 4 décembre 1922.

Conformément à la loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, le droit d'accès aux informations recueillies s'exerce auprès du service juridique de la Ligue de Football Professionnel.

L.F.P. 6, rue Léo Delibes 75116 PARIS - Tél. 01 53 65 38 00 - Fax 01 53 65 38 32 - www.lfp.fr

Imprimé le 2009 à

2 L'Equipe: ROBERTO le faux achat de Saragosse (18.08.2011)

Saragosse doit 134m€ à ses créanciers, mais vient pourtant de faire signer ROBERTO, le gardien de Benfica pour cinq ans. Montant du transfert : 8,6m€. En fait **ce n'est pas Saragosse qui a payé, mais un fonds d'investissement** monté par Jorge MENDES, l'agent (entre autres) de Cristiano RONALDO et José MOURINHO. **C'est la première fois que cette formule, courante en Amérique du Sud et interdite en Angleterre, est pratiquée en Espagne.** Le principe est le suivant : **le fonds d'investissement a acheté les droits économiques du joueur à Benfica pour 8,6m€ et les a cédés ensuite à Saragosse.** Cela permet au club de la Romareda de ne payer que 300 000 euros (plus le salaire du joueur, qui s'élève à 800 000 euros par an). Tout le reste est à la charge du fonds d'investissement de MENDES, Quality Sports Investment, domicilié à Jersey, dans lequel a également investi Peter KENYON, l'ancien directeur sportif de Manchester United et de Chelsea. Ce qui n'est pas dit, mais écrit dans le contrat, c'est que ROBERTO doit être titulaire. L'intérêt de MENDES est de le revaloriser pour le revendre plus cher. Détail important, c'est le fond qui décide quand, et pour combien, il revend le joueur.

3 Sportune.fr : MU, un deal en or pour le maillot d'entraînement (22.08.2011)

Qu'il semble bon de s'appeler **Manchester United** quand on négocie un contrat avec un sponsor. Non contents de disposer déjà d'un **très lucratif contrat maillot avec la société AON pour sa tunique principale (23,6m€ par an)**, les RedDevils viennent de signer un accord avec la société DHL pour leur maillot d'entraînement. DHL accepte de payer 11,5m€ par an sur 4 ans à MU; et cela pour n'apparaître sur Wayne Rooney et ses coéquipiers qu'avant le coup d'envoi des matches !

Manchester United a déjà prévu de dépasser la barre symbolique des 100M€ de revenus commerciaux sur le dernier exercice, soit environ 115m€. Jusqu'à présent, le club se "contentait" de 99m€, selon les derniers chiffres du cabinet Deloitte.

4 LeMonde.fr : La grève des footballeurs en Italie (24.08.2011)

Le syndicat des footballeurs italiens (AIC) et les 20 clubs de 1re division (Série A) n'ont pas trouvé mercredi d'accord sur la convention collective en gestation depuis neuf mois, et la menace d'une grève des joueurs se profile pour la 1re journée ce week-end.

Les clubs de Série A « ont voté à 18 voix contre deux contre un accord l'AIC », a dit Maurizio BERETTA, le président de la Ligue (Lega), c'est-à-dire pour le refus de signer la nouvelle convention collective voulue par les joueurs, la précédente arrivant à son terme. « Pour le moment, les conditions ne sont pas réunies pour que nous jouions », a assuré le président du syndicat des joueurs italiens (AIC), Damiano TOMMASI, qui avait déjà menacé lundi d'une grève.

Deux points notamment posent problème, les articles 4 et 7. L'article 7 concerne les joueurs mis à l'écart de l'effectif : les joueurs refusent de s'entraîner à part quand leur club ne veut plus de certains d'entre eux **et s'opposent aux dispositions pour solder la dernière année de contrat.**

5 FIFA.com : affaire MEXES, l'agent du joueur suspendu six mois (25.09.006)

La FIFA a suspendu la licence de l'agent de joueurs français, Olivier JOUANNEAUX, pour six mois à compter du 30 août 2006 conformément à une décision prononcée le 15 février 2006 par la Commission du Statut du Joueur de la FIFA. **M. JOUANNEAUX avait été lié à la rupture unilatérale de contrat sans juste motif de son client Philippe MEXES**, dénoncée par le club de l'AJ Auxerre à l'été 2004 durant la période protégée. L'agent de joueurs a également écopé d'une amende de CHF 50 000.

La confirmation de cette sanction contre M. JOUANNEAUX est le dernier chapitre d'un litige entre le joueur Philippe MEXES, l'AJ Auxerre (France) et l'AS Rome (Italie). Se prononçant sur le litige contractuel entre MEXES et son ancien club, l'AJ Auxerre, la Chambre de Résolution des Litiges de la FIFA avait conclu le 31 août 2004 que **le joueur français avait rompu son contrat de travail avec l'AJ Auxerre unilatéralement et sans juste cause durant la période protégée**. La Commission du Statut du Joueur avait alors ouvert une procédure contre M. JOUANNEAUX en raison de sa participation à la rupture du contrat, infraction qui avait motivé la décision du 15 février 2006.

6 POPnSPORT.com : à qui appartient Carlos TEVEZ ?

L'attaquant de la Juventus Turin est dans une situation particulière, ses « droits économiques » étant la propriété de riches hommes d'affaires. Tout commence en janvier 2005 quand, après trois saisons du côté de Boca Juniors, Carlos TEVEZ rejoint les Corinthians. Le 17 décembre 2004, soit un mois avant son transfert, Carlos TEVEZ avait d'ailleurs cédé 35 % de ses « droits économiques » à *Media Sports Investments*, société basée dans un paradis fiscal et qui venait de racheter le club brésilien.

Le 7 février 2006, MSI rachète, pour 22 millions de dollars, l'ensemble des « droits économiques » de Carlos TEVEZ. Désireux de quitter le club brésilien, l'international argentin est prêté le 31 août 2006, avec son compatriote Javier MASCHERANO (lui aussi propriété de diverses sociétés), à West Ham, club londonien dont MSI a tenté de devenir précédemment propriétaire.

Mais la ligue anglaise s'agace que ses clubs payent des sociétés offshores afin d'engager des joueurs et interdit la pratique, qui permettait une taxation réduite et des mouvements d'argent suspect. En juillet 2007, Arkady PATARKATSISHVILI en profite pour refiler Carlos TEVEZ à un de ses associés, Kia JOOARABCHIAN, pour 24 millions de £.

Celui-ci parvient à louer les services de l'attaquant à Manchester United, moyennant 3 millions de £ par an, avant un transfert vers Manchester City, en 2009. C'est alors le propriétaire du club, Mansour BIN ZAYED AL NAHYAN, qui hérite des droits économiques de l'Argentin contre 45 millions de £.



Aujourd'hui, Carlos TEVEZ est revenu dans une situation plus classique puisqu'il n'appartient plus à un homme d'affaires indépendant, ni même à une société, mais à son club. Si un club veut engager l'attaquant de la *Juve*, il lui faut donc racheter ces droits.

7 Mode de calcul du coefficient UEFA

Le classement par coefficient des clubs est calculé sur la base des résultats des clubs sur les cinq précédentes saisons d'UEFA Champions League et d'UEFA Europa League. Le classement est utilisé pour déterminer la position de chaque club dans les tirages au sort des compétitions de clubs de l'UEFA.

Barème en UEFA Champions League

- Élimination au premier tour de qualification : 0,5 point
- Élimination au deuxième tour de qualification : 1 point
- Participation à la phase de groupes : 4 points
- Victoire dans la phase de groupes : 2 points
- Match nul dans la phase de groupes : 1 point
- Participations aux 8es de finale : 4 points

Depuis 2009/10, les clubs récoltent un point supplémentaire s'ils atteignent les 8es de finale, les quarts de final ou les demi-finales.

NB : aucun point n'est accordé depuis 2009/10 aux clubs éliminés au troisième tour de qualification ou en barrage puisque ces clubs sont reversés en UEFA Europa League et sont récompensés pour leur participation à cette compétition.

Barème en UEFA Europa League

- Élimination au premier tour de qualification : 0,25 point
- Élimination au deuxième tour de qualification : 0,5 point
- Élimination au troisième tour de qualification : 1 point
- Élimination en barrages : 1,5 point
- Victoire dans la phase de groupes : 2 points
- Match nul dans la phase de groupes : 1 point

Depuis 2009/10, les club se garantissent un minimum de deux points s'ils atteignent la phase de groupes et remportent un point supplémentaire s'ils atteignent les quarts de finale, les demi-finale ou la finale.

Calcul du coefficient

Le coefficient d'un club est déterminé par la somme de tous les points remportés sur les cinq dernières années, plus 20% du coefficient de l'association sur la même période (33% avant 2009).

Ces classements seront mis à jour après chaque tour des compétitions de clubs de l'UEFA.

8 Mode de calcul du coefficient FIFA

Le classement FIFA à un instant t , tient compte des résultats des quatre dernières. Les points attribués dans l'année courante sont affectés d'une pondération de 100%, les points de l'année $n-1$ comptent pour 50% de leur valeur, les points de l'année $n-2$ comptent pour 30% de leur valeur, et les points de l'année $n-3$ comptent pour 20% de leur valeur.

Calcul des points pour un match

Le nombre points qu'il est possible de gagner pour un match dépend des facteurs suivants :

- Valorisation du résultat du match (M)
- Importance du match (allant d'amical à match de Coupe du Monde™) (I)
- Valeur de l'adversaire selon son classement mondial et coefficient confédération (T et C)

Ces facteurs sont combinés dans une formule qui permet d'obtenir un certain nombre de points (P) :

$P = M \times I \times T \times C$

Les valeurs de ces différents facteurs sont calculées comme suit :

M : Valorisation du résultat

Une équipe remporte 3 points pour une victoire, 1 point pour un match nul et 0 point pour une défaite. Une rencontre se décidant aux tirs aux buts rapporte 2 points au vainqueur et 1 point au perdant.

I : Importance du match

- Match amical (et petit tournoi) : $I = 1,0$
- Éliminatoires de Coupe du Monde ou continentales $I = 2,5$
- Compétition finales continentales et Coupe des Confédérations de la FIFA $I = 3,0$
- Compétition finale de la Coupe du Monde de la FIFA $I = 4,0$

T : Valeur de l'adversaire

200 - le classement de l'adversaire (sauf pour le leader du classement qui se voit assigner une valeur de 200 et pour les équipes classées 150ème et au-delà qui se voient assigner la valeur minimale de 50). C'est le classement le plus récemment publié par la FIFA qui est pris en compte.

C : Coefficient de confédération

Pour des matches entre équipes de confédérations différentes, il convient de prendre en compte un coefficient calculé en faisant la moyenne des valeurs des deux confédérations. La valeur d'une confédération est calculée sur la base du nombre de victoires remportées par la confédération lors des trois dernières Coupes du Monde de la FIFA. Les valeurs sont les suivantes :

- CONMEBOL 1,00
- UEFA 0,99
- AFC/CAF/OFC/CONCACAF 0,85

9 Construction d'un arbre de régression binaire (www.math.univ-toulouse.fr)



Arbres binaires de décision

Résumé

Méthodes de construction d'arbres binaires de décision, modélisant une discrimination (classification trees) ou une régression (regression trees). Principes et algorithmes de construction des arbres, critères d'homogénéité et construction des nœuds, élagage pour l'obtention d'un modèle parcimonieux.

Retour au plan du cours

1 Introduction

Complémentaires des méthodes statistiques plus classiques : analyse discriminante, régression linéaire, les solutions obtenues sont présentées sous une forme graphique simple à interpréter, même pour des néophytes, et constituent une aide efficace pour l'aide à la décision. Elles sont basées sur un découpage, par des hyperplans parallèles aux axes, de l'espace engendré par les variables explicatives. Nommées initialement partitionnement récursif ou segmentation, les développements importants de Breiman et col. (1984)[1] les ont fait connaître sous l'acronyme de CART : Classification and Regression Tree ou encore de C4.5 (Quinlan, 1993) dans la communauté informatique. L'acronyme correspond à deux situations bien distinctes selon que la variable à expliquer, modéliser ou prévoir est qualitative (discrimination ou en anglais *classification*) ou quantitative (régression).

2 Construction d'un arbre binaire

2.1 Principe

Les données sont constituées de l'observation de p variables quantitatives ou qualitatives explicatives X^j et d'une variable à expliquer Y qualitative à m modalités $\{T_\ell; \ell = 1, \dots, m\}$ ou quantitative réelle, observées sur un échantillon de n individus.

La construction d'un arbre de discrimination binaire (cf. figure 2.1) consiste

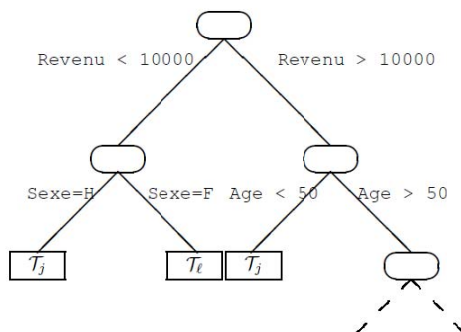


FIGURE 1 – Exemple élémentaire d'arbre de classification.

Attention, l'algorithme tend à favoriser la sélection de variables explicatives avec beaucoup de modalités car celles-ci offrent plus de souplesse dans la construction de deux sous-groupes. Ces variables sont à utiliser avec parcimonie car susceptibles de favoriser un sur-apprentissage ; il est souvent préférable de réduire le nombre de modalités par fusion de modalités comme c'est classique en analyse des correspondances multiple.

Le critère de division repose sur la définition d'une fonction d'hétérogénéité ou de désordre explicitée dans la section suivante. L'objectif étant de partager les individus en deux groupes les plus homogènes au sens de la variable à expliquer. L'hétérogénéité d'un nœud se mesure par une fonction non négative qui doit être

1. nulle si, et seulement si, le nœud est homogène : tous les individus appartiennent à la même modalité ou prennent la même valeur de Y .
2. Maximale lorsque les valeurs de Y sont équiprobables ou très dispersées.

La division du nœud k crée deux fils, gauche et droit. Pour simplifier, ils sont notés $(k+1)$ et $(k+2)$ mais une re-numérotation est nécessaire pour respecter la séquence de sous-arbres qui sera décrite dans la section suivante.

à déterminer une séquence de nœuds.

- Un nœud est défini par le choix conjoint d'une variable parmi les explicatives et d'une *division* qui induit une partition en deux classes. Implicitement, à chaque nœud correspond donc un sous-ensemble de l'échantillon auquel est appliquée une dichotomie.
 - Une division est elle-même définie par une valeur seuil de la variable quantitative sélectionnée ou un partage en deux groupes des modalités si la variable est qualitative.
 - À la racine ou nœud initial correspond l'ensemble de l'échantillon ; la procédure est ensuite itérée sur chacun des sous-ensembles.
- L'algorithme considéré nécessite :

1. la définition d'un critère permettant de sélectionner la "meilleure" division parmi toutes celles *admissibles* pour les différentes variables ;
2. une règle permettant de décider qu'un nœud est terminal : il devient ainsi une *feuille* ;
3. l'affectation de chaque feuille à l'une des classes ou à une valeur de la variable à expliquer.

Le point (ii) est le plus délicat. Il correspond encore à la recherche d'un modèle parcimonieux. Un arbre trop détaillé, associé à une sur-paramétrisation, est instable et donc probablement plus défaillant pour la prévision d'autres observations. La contribution majeure de Breiman et col. (1984)[1] est justement une stratégie de recherche d'arbre optimal. Elle consiste à

1. construire l'arbre maximal $A_{\max}$,
2. ordonner les sous-arbres selon une séquence emboîtée suivant la décroissance d'un critère pénalisé de déviance ou de taux de mal-classés,
3. puis à sélectionner le sous-arbre optimal ; c'est la procédure d'*élagage*.

Tous ces points sont détaillés ci-dessous.

2.2 Critère de division

Une division est dite *admissible* si aucun des deux nœuds descendants qui en découlent n'est vide. Si la variable explicative est qualitative ordinaire avec m modalités, elle fournit $(m-1)$ divisions binaires admissibles. Si elle est seulement nominale le nombre de divisions passe à $2^{(m-1)} - 1$. Une variable quantitative se ramène au cas ordinal.

Parmi toutes les divisions admissibles du nœud k , l'algorithme retient celle qui rend la somme $D_{(k+1)} + D_{(k+2)}$ des désordres des nœuds fils minimales. Ceci revient encore à résoudre à chaque étape k de construction de l'arbre :

$$\max_{\{divisions\ de\ X^j; j=1,p\}} D_k - (D_{(k+1)} + D_{(k+2)})$$

Graphiquement, la longueur de chaque branche peut être représentée proportionnellement à la réduction de l'hétérogénéité occasionnée par la division.

2.3 Règle d'arrêt

La croissance de l'arbre s'arrête à un nœud donné, qui devient donc terminal ou *feuille*, lorsqu'il est homogène c'est-à-dire lorsqu'il n'existe plus de partition admissible ou, pour éviter un découpage inutilement fin, si le nombre d'observations qu'il contient est inférieur à une valeur seuil à choisir en général entre 1 et 5.

2.4 Affectation

Dans le cas Y quantitative, à chaque feuille est associée une valeur : la moyenne des observations associées à cette feuille. Dans le cas qualitatif, chaque feuille ou nœud terminal est affecté à une classe T_ℓ de Y en considérant le mode conditionnel :

- celle la mieux représentée dans le nœud et il est ensuite facile de compter le nombre d'objets mal classés ;
- la classe *a posteriori* la plus probable au sens bayésien si des probabilités *a priori* sont connues ;
- la classe la moins coûteuse si des coûts de mauvais classement sont donnés.

3 Critères d'homogénéité

Deux cas sont à considérer, les arbres de régression ou de classification.

3.1 Y quantitative

On considère le cas plus général d'une division en J classes. Soit n individus et une partition en J classes de tailles $n_j; j = 1, \dots, J$ avec $n = \sum_{j=1}^J n_j$. On numérote $i = 1, \dots, n_j$ les individus de la j ème classe. Soit μ_{ij} (resp. y_{ij})

la valeur "théorique" (resp. l'observation) de Y sur l'individu (i, j) : le i -ième de la j -ième classe. L'hétérogénéité de la classe j est définie par :

$$D_j = \sum_{i=1}^{n_j} (\mu_{ij} - \mu_{..})^2 \quad \text{avec} \quad \mu_{..} = \sum_{i=1}^{n_j} \mu_{ij}.$$

L'hétérogénéité de la partition est définie par :

$$D = \sum_{j=1}^J D_j = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^{n_j} (\mu_{ij} - \mu_{..})^2;$$

c'est l'inertie intra (homogène à la variance intraclasse) qui vaut $D = 0$ si et seulement si $\mu_{ij} = \mu_{..}$ pour tout i et tout j .

La différence d'hétérogénéité entre l'ensemble non partagé et l'ensemble partagé selon la partition J est

$$\begin{aligned} \Delta &= \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^{n_j} (\mu_{ij} - \mu_{..})^2 - \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^{n_j} (\mu_{ij} - \mu_j)^2 \quad \text{où} \quad \mu_{..} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^{n_j} \mu_{ij}. \\ &= \sum_{j=1}^J n_j (\mu_{..} - \mu_j)^2; \end{aligned}$$

c'est encore homogène à la variance inter classe ou "désordre" des barycentres qui vaut $\Delta = n_1 n_2 ((\mu_{..} - \mu_2)^2)$ pour $J = 2$ dans le cas qui nous intéresse.

L'objectif, à chaque étape, est de maximiser Δ c'est-à-dire de trouver la variable induisant une partition en 2 classes associée à une inertie (variance) intraclasse minimale ou encore qui rend l'inertie (la variance) interclasse la plus grande.

Les quantités sont estimées :

$$D_j \quad \text{par} \quad \widehat{D}_j = \sum_{i=1}^{n_j} (y_{ij} - y_{..})^2 \quad (1)$$

$$D \quad \text{par} \quad \widehat{D} = \sum_{j=1}^J \widehat{D}_j = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^{n_j} (y_{ij} - y_{..})^2. \quad (2)$$

Critère d'entropie

On considère une variable à expliquer qualitative, Y à m modalités ou catégories $\mathcal{T}$ numérotées $\ell = 1, \dots, m$. L'arbre induit une partition pour laquelle n_{+k} désigne l'effectif de la k -ième classe ou k -ième nœud. Soit

$$p_{\ell k} = P[\mathcal{T}_\ell | k] \quad \text{avec} \quad \sum_{\ell=1}^m p_{\ell k} = 1$$

la probabilité qu'un élément du k -ième nœud appartienne à la ℓ -ième classe.

Le *désordre* du k -ième nœud, défini à partir de l'entropie, s'écrit avec la convention $0 \log(0) = 0$:

$$D_k = -2 \sum_{\ell=1}^m n_{+k} p_{\ell k} \log(p_{\ell k})$$

tandis que l'hétérogénéité ou désordre de la partition est encore :

$$D = \sum_{k=1}^K D_k = -2 \sum_{k=1}^K \sum_{\ell=1}^m n_{+k} p_{\ell k} \log(p_{\ell k}).$$

Cette quantité est positive ou nulle, elle est nulle si et seulement si les probabilités $p_{\ell k}$ ne prennent que des valeurs 0 sauf une égale à 1 correspondant à l'absence de mélange.

Désignons par $n_{\ell k}$ l'effectif observé de la ℓ -ième classe dans le k -ième nœud. Un nœud k de l'arbre représente un sous-ensemble de l'échantillon d'effectif $n_{+k} = \sum_{\ell=1}^m n_{\ell k}$.

Les quantités sont estimées :

$$D_k \quad \text{par} \quad \widehat{D}_k = -2 \sum_{\ell=1}^m n_{+k} \frac{n_{\ell k}}{n_{+k}} \log \frac{n_{\ell k}}{n_{+k}} \quad (3)$$

$$D \quad \text{par} \quad \widehat{D} = \sum_{k=1}^K \widehat{D}_k = -2 \sum_{k=1}^K \sum_{\ell=1}^m n_{\ell k} \log \frac{n_{\ell k}}{n_{+k}}. \quad (4)$$

Considérons, pour chaque classe ou nœud k , un modèle multinomial à m ca-

Sous hypothèse gaussienne :

$$Y_{ij} = \mu_{..} + u_{ij} \quad \text{avec} \quad u_{ij} \sim \mathcal{N}(0, \sigma^2),$$

la log-vraisemblance

$$\log L = \text{Cste} - \frac{n}{2} \log(\sigma^2) - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^{n_j} (y_{ij} - \mu_{..})^2$$

est rendue maximale pour

$$\mathcal{L}_\mu = \sup_{\mu} \log L = \text{Cste} - \frac{n}{2} \log(\sigma^2) - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^{n_j} (y_{ij} - \mu_{..})^2.$$

Pour le modèle saturé (une classe par individu) : $y_{ij} = \mu_{ij} + u_{ij}$, cet optimum devient :

$$\mathcal{L}_s = \sup_{\mu} \log L = \text{Cste} - \frac{n}{2} \log(\sigma^2).$$

La déviance (par rapport au modèle saturé) s'exprime alors comme :

$$D_\mu = 2\sigma^2 (\mathcal{L}_s - \mathcal{L}_\mu) = \widehat{D}.$$

Le raffinement de l'arbre est donc associé à une décroissance, la plus rapide possible, de la déviance. C'est l'optique retenue dans le logiciel Splus. On peut encore dire que la division retenue est celle qui rend le test de Fisher (analyse de variance), comparant les moyennes entre les deux classes, le plus significatif possible.

3.2 Y qualitative

Dans ce cas, il existe plusieurs fonctions d'hétérogénéité, ou de désordre d'un nœud. Ce peut être le nombre de mal classés, un critère défini à partir de la notion d'entropie ou encore à partir de la concentration de Gini. Un dernier critère est basé sur la statistique de test du χ^2 . En pratique, il s'avère que le choix du critère importe moins que celui du niveau d'élégance. Le premier critère (entropie) est souvent préféré (Splus) car il s'interprète encore comme un terme de déviance mais d'un modèle multinomial cette fois.

tégories de paramètre :

$$p_k = (p_{1k}, \dots, p_{mk}), \quad \text{avec} \quad \sum_{\ell=1}^m p_{\ell k} = 1.$$

Pour ce modèle, la logvraisemblance :

$$\log L = \text{Cste} + \sum_{k=1}^K \sum_{\ell=1}^m r_{\ell k} \log(p_{\ell k})$$

est rendue maximale pour

$$\mathcal{L}_\mu = \sup_{p_{\ell k}} \log L = \text{Cste} + \sum_{k=1}^K \sum_{\ell=1}^m n_{\ell k} \log \frac{n_{\ell k}}{n_{+k}}.$$

Pour le modèle saturé (une catégorie par objet), cet optimum prend la valeur de la constante et la déviance (par rapport au modèle saturé) s'exprime comme :

$$D = -2 \sum_{k=1}^K \sum_{\ell=1}^m n_{\ell k} \log \frac{n_{\ell k}}{n_{+k}} = \widehat{D}.$$

Comme pour l'analyse discriminante décisionnelle, les probabilités conditionnelles sont définies par la règle de Bayes lorsque les probabilités *a priori* π_ℓ d'appartenance à la ℓ -ième classe sont connues. Dans le cas contraire, les probabilités de chaque classe sont estimées sur l'échantillon et donc les probabilités conditionnelles s'estiment simplement par des rapports d'effectifs : $p_{\ell k}$ est estimée par $n_{\ell k}/n_{+k}$. Enfin, il est toujours possible d'introduire, lorsqu'ils sont connus, des coûts de mauvais classement et donc de se ramener à la minimisation d'un risque bayésien.

Remarques :

- La fonction d'entropie peut être remplacée par l'indice de Gini $1 - \sum_{\ell=1}^m p_{\ell k}^2$ qui conduit à une autre définition de l'hétérogénéité également utilisée mais qui ne s'interprète pas en terme de *déviance* d'un modèle comme dans le cas de l'entropie. Les résultats sont en général assez similaires.

- La fonction d'hétérogénéité dans le cas de l'arbre de régression revient à chercher la division rendant le test de Fisher le plus significatif. De façon analogue, l'algorithme CHAID (CHI-square Automatic Interaction Detector) utilise la statistique d'un test du Chi-deux afin de définir la fonction d'hétérogénéité. Cette option de l'algorithme est implémentée dans les logiciels SAS et SPSS.
- Une variante de l'algorithme permet de prendre en compte des observations avec données manquantes de certaines variables explicatives. Il suffit de déterminer pour chaque nœuds une séquence ordonnée de divisions possibles. Au moment de calculer une prévision, si une donnée manque pour l'application d'une division ou règle de décision, la division suivante est prise en compte jusqu'à ce qu'une décision soit prise à chacun des nœuds rencontrés.

4 Élagage

Dans des situations complexes, la démarche proposée conduit à des arbres extrêmement raffinés et donc à des modèles de prévision très instables car fortement dépendants des échantillons qui ont permis leur estimation. On se trouve donc dans une situation de sur-ajustement à éviter au profit de modèles plus parcimonieux donc plus robuste au moment de la prévision. Cet objectif est obtenu par une procédure d'élagage ou (*pruning*) de l'arbre.

Le principe de la démarche, introduite par Breiman et col. (1984)[1], consiste à construire une suite emboîtée de sous-arbres de l'arbre maximum par élagage successif puis à choisir, parmi cette suite, l'arbre optimal au sens d'un critère. La solution ainsi obtenue par un algorithme pas à pas n'est pas nécessairement globalement optimale mais l'efficacité et la fiabilité sont préférées à l'optimalité.

4.1 Construction de la séquence d'arbres

Pour un arbre A donné, on note K le nombre de feuilles ou nœuds terminaux de A ; la valeur de K exprime la complexité de A . La mesure de qualité de discrimination d'un arbre A s'exprime par un critère

$$D(A) = \sum_{k=1}^K D_k(A)$$

ensuite l'arbre jugé optimal dans la séquence estimée sur tout l'échantillon d'apprentissage.

Le principe de sélection d'un arbre optimal est donc décrit dans l'algorithme ci-dessous.

ALGORITHME 1 : Sélection d'arbre ou élagage

Construction de l'arbre maximal $A_{\max}$.

Construction de la séquence $A_K \dots A_1$ d'arbres emboîtés.

Estimation sans biais (échantillon de validation ou validation croisée) des déviations $D(A_K), \dots, D(A_1)$.

Représentation de $D(A_k)$ en fonction de k ou de γ .

Choix de k rendant $D(A_k)$ minimum.

4.3 Remarques pratiques

- Ces méthodes sont surtout efficaces que pour des tailles d'échantillons importantes et elles sont très calculatoires. Les deux raisons : modèle graphique de décision simple à interpréter, puissance de calcul nécessaire, suffisent à expliquer leur popularité récente.
- Elles ne requièrent pas d'hypothèses sur les distributions des variables et semblent particulièrement adaptées au cas où les variables explicatives sont nombreuses. En effet, la procédure de sélection des variables est intégrée à l'algorithme construisant l'arbre et les interactions sont prises en compte. Il est ainsi fréquent d'associer arbre et régression logistique. Les premières division d'un arbre sont utilisées pour construire une variable synthétique intégrée à une régression logistique afin de sélectionner les quelques interactions apparaissant comme les plus pertinentes.
- En classification, la recherche de division est par ailleurs invariable par transformation monotone des variables explicatives quantitatives. Cela confère une certaine robustesse vis-à-vis de possibles valeurs atypiques.
- La définition d'un arbre nécessite en dernier lieu une optimisation délicate de la complexité par élagage afin d'éviter le sur-ajustement.
- Cet algorithme suivant une stratégie pas à pas hiérarchisée, peut, comme dans le cas du choix de modèle en régression, passer à coté d'un optimum global ; il se montre par ailleurs très instable et donc sensible à des fluctuations d'échantillon. Cette instabilité ou variance de l'arbre est une

où $D_k(A)$ est le nombre de mal classés ou la déviance ou le coût de mauvais classement de la k ème feuille de l'arbre A .

La construction de la séquence d'arbres emboîtés repose sur une pénalisation de la complexité de l'arbre :

$$C(A) = D(A) + \gamma K.$$

Pour $\gamma = 0$, $A_{\max} = A_K$ minimise $C(A)$. En faisant croître γ , l'une des divisions de A_K , celle pour laquelle l'amélioration de D est la plus faible (inférieure à γ), apparaît comme superflue et les deux feuilles obtenues sont regroupées (élaguées) dans le nœud père qui devient terminal ; A_K devient A_{K-1} .

Le procédé est itéré pour la construction de la séquence emboîtée :

$$A_{\max} = A_K \supset A_{K-1} \supset \dots \supset A_1$$

où A_1 , le nœud racine, regroupe l'ensemble de l'échantillon.

Un graphe représente la décroissance ou éboulis de la déviance (ou du taux de mal classés) en fonction du nombre croissant de feuilles dans l'arbre ou, c'est équivalent, en fonction de la valeur décroissante du coefficient de pénalisation γ .

4.2 Recherche de l'arbre optimal

Les procédures d'élagage diffèrent par la façon d'estimer l'erreur de prédiction. Le graphe précédemment obtenu peut se lire comme un éboulis de valeur propre. Quand l'amélioration du critère est jugé trop petite ou négligeable, on élague l'arbre au nombre de feuilles obtenues. L'évaluation de la déviance ou du taux de mauvais classement estimé par re-substitution sur l'échantillon d'apprentissage est biaisée (trop optimiste). Une estimation sans biais est obtenue par l'utilisation d'un autre échantillon (validation) ou encore par validation croisée. La procédure de validation croisée présente dans ce cas une particularité car la séquence d'arbres obtenue est différente pour chaque estimation sur l'un des sous-échantillons. L'erreur moyenne n'est pas, dans ce cas, calculée pour chaque sous-arbre avec un nombre de feuilles donné mais pour chaque sous-arbre correspondant à une valeur fixée du coefficient de pénalisation. À la valeur de γ minimisant l'estimation de l'erreur de prévision, correspond

conséquence de la structure hiérarchique : une erreur de division en début d'arbre est propagée tout au long de la construction.

- De plus le découpage de l'espace des solutions par un ensemble d'hyperplans parallèles aux axes conduit à des solutions très abruptes, sans possibilité de lisser les "angles". Le *bagging* est présenté plus loin comme une solution pour réduire la variance d'un arbre et lisser le découpage en hyperplans.
- Plusieurs variantes ont été proposées puis abandonnées : arbres ternaires plutôt que binaires, règle de décision linéaire plutôt que dichotomique. La première renforce inutilement l'instabilité alors que si une décision ternaire est indispensable, elle est la succession de deux divisions binaires. La deuxième rend l'interprétation trop complexe donc le modèle moins utile.

5 Exemples

5.1 Cancer du sein

Un arbre de discrimination est estimé sur l'échantillon d'apprentissage, élagué par validation croisée et représenté dans la figure 2. La prévision de l'échantillon test par cet arbre conduit à la matrice de confusion :

predq.tree	benign	malignant
benign	83	5
malignant	3	46

avec un taux d'erreur estimé à 5,8%.

5.2 Concentration d'ozone

Arbre de régression

Un arbre de régression est estimé pour prévoir la concentration d'ozone. La librairie `rpart` du logiciel R prévoit une procédure d'élagage par validation croisée afin d'optimiser le coefficient de pénalisation. L'arbre (figure 3) montre bien quelles sont les variables importantes intervenant dans la prévision. Mais, compte tenu de la hiérarchisation de celles-ci, due à la structure arborescente du modèle, cette liste n'est pas similaire à celle mise en évidence

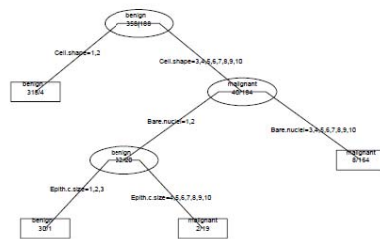


FIGURE 2 – Cancer : arbre de décision élagué par validation croisée (R).

dans le modèle gaussien. On voit plus précisément ici la complexité des interactions entre la prédiction par MOCAGE et l'effet important de la température dans différentes situations. Les résidus de l'échantillon test du modèle d'arbre de régression prennent une structure particulière (figure 4) car les observations communes à une feuille terminale sont affectées de la même valeur. Il y a donc une colonne par feuille. La précision de l'ajustement peut s'en trouver altérée ($R^2 = 0,68$) mais il apparaît que ce modèle est moins soumis au problème d'hétéroscédasticité très présent dans le modèle gaussien.

Arbre de discrimination

Un modèle est estimé afin de prévoir directement le dépassement d'un seuil. Il est de complexité similaire à l'arbre de régression mais ne fait pas jouer le même rôle aux variables. La température remplace la prévision MOCAGE de l'ozone comme variable la plus importante. Les prévisions de dépassement de seuil sur l'échantillon test sont sensiblement moins bonnes que celle de la régression, les taux sont de 14,4% avec l'arbre de régression et de 14,5% directement avec l'arbre de discrimination. Les matrices de confusion présentent les mêmes biais que les modèles de régression en omettant un nombre important

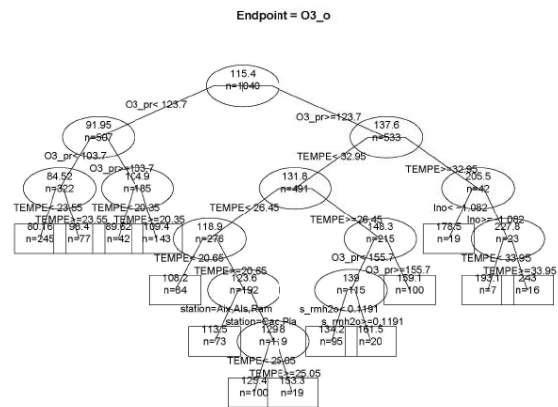


FIGURE 3 – Ozone : arbre de régression élagué par validation croisée (R).

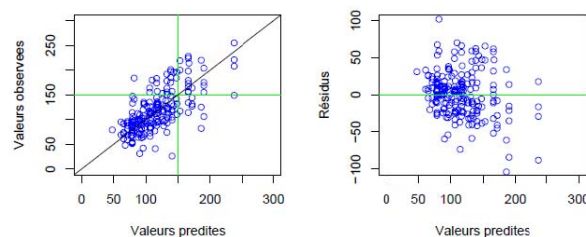


FIGURE 4 – Ozone : Valeurs observées et résidus de l'échantillon test.

de dépassements.

5.3 Carte Visa Premier

L'étude des données bancaires s'intéresse soit aux données quantitatives brutes soient à celles-ci après découpage en classes des variables quantitatives. Ce découpage rend des services en régression logistique car le modèle construit s'en trouve plus flexible : plus de paramètres mais moins de degrés de liberté, comme l'approximation par des indicatrices (des classes) de transformations non linéaires des variables. Il a été fait "à la main" en prenant les quantiles comme bornes de classe ; C'est un usage courant pour obtenir des classes d'effectifs égaux et réparti ainsi au mieux la précision de l'estimation des paramètres mais ce choix n'est pas optimal au regard de l'objectif de prévision. Dans le cas d'un modèle construit à partir d'un arbre binaire, il est finalement préférable de laisser faire celui-ci le découpage en classe c'est-à-dire de trouver les valeurs seuils de décision. C'est la raison pour laquelle, l'arbre est préférablement estimé sur les variables quantitatives et qualitatives initiales.

Le module SAS/STAT ne fournit pas d'estimation d'arbre de décision, il faut faire appel au module SAS Enterprise Miner. Celui-ci, par principe, propose

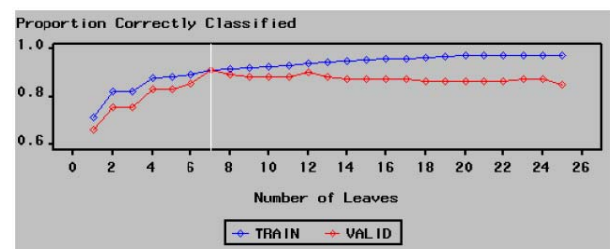


FIGURE 5 – Banque : choix du nombre de feuilles par échantillon de validation.

le découpage de l'échantillon en trois parties apprentissage, validation et test. L'élagage de l'arbre estimé sur l'échantillon d'apprentissage est optimisé pour minimiser l'erreur estimée sur l'échantillon de validation. C'est le graphique de la figure 5. La librairie `rpart` de R propose d'optimiser l'élagage par validation croisée. L'arbre ainsi obtenu est représenté dans la figure 6 Cet arbre conduit à la matrice de confusion suivante sur l'échantillon test avec un taux d'erreur estimé à 8%.

vistest	Cnon	Coui
Cnon	127	6
Coui	10	57

Références

- [1] L. Breiman, J. Friedman, R. Olshen et C. Stone, *Classification and regression trees*, Wadsworth & Brooks, 1984.