



HEC MONTRÉAL

Projet MATH60603

Prévisions de perte de clientèle

DAVID GARSON, 11262368
JEAN GUIRGUIS, NUM-MATRICULE

Projet présenté à

PROFESSEURE AURÉLIE LABBÉ

Table des matières

1	Introduction : présentation des objectifs de l��tude	2
2	Exploration des données	2
2.1	Présentation du jeu de donnée	2
2.2	Présentation des observations	3
2.3	R��encodage ou traitement préparatoire des données	6
3	Modèle de simulation	7
3.1	Régression logistique (validation croisé) — a corriger la courbe roc	7
3.2	Arbre de classification ��lag��	10
3.3	forêt aléatoire approche bagging	14
3.4	Boosting	17
3.5	SVM	18
4	Résultats : présentation des résultats sous forme de tableaux et figures (ne mettez pas de sortie R)	18
5	Conclusion/discussion : conclusion générale, limites de votre étude, qu��avez vous appris ?	18

Note :

baggin + svm + regression linéaire

  quilibrer VS non équilibré (3 méthode)

https://www.slideshare.net/yogesh_khandelwal/churn-modelling

https://www.erppublication.org/published_paper/IJETR032129.pdf

1. Introduction : présentation des objectifs de l  tude

L'objectif de cette étude est de faire une prédiction sur le désabonnement d'un client pour un service de télécommunication. Cette simulation a été fait à partir d'une base de données présent sur kaggle à l'adresse suivante : <https://www.kaggle.com/mnassrib/telecom-churn-datasets?select=churn-bigml-80.csv>. L'analyse a été effectuée sur les client d'Orange Telecom aux   tats-Unis et plusieurs variables ont été analysées tels que lieu géographique, le type de plan que le client possède, le nombre de minutes utilisé pour des appels durant le jour et le soir, etc.

Ce rapport contient en premier lieu, une présentation détaillée de notre méthode d'analyse. Cette section contiendra d'abord une exploration détaillée des données possédées, un traitement et un nettoyage préparatoire des données. Puis, plusieurs méthodes et stratégies de prédiction seront testées afin de déterminer le modèle le mieux adapté à notre échantillon d'utilisateurs.

Une fois le modèle choisi, la deuxième section du rapport présentera les résultats du modèle de prédiction.

... ..

2. Exploration des données

Cette section présentera d'abord les variables du jeu de donnée. La répartition des observations dans chacune des variables est rapidement survolée. Cette section explique aussi les différents traitements, r  encodage et validation exécutée sur les variables et les observations avant de débuter l'analyse des différents modèles de simulations.

2.1. Présentation du jeu de donnée

Ci-dessous est présentée l'ensemble des variables. L'ensemble des données est donc constitué de 20 variables énumérées ci-dessous. Le jeu de donnée est donc initialement constitué de 4 variables de type chaîne de caractères ("State", "International.plan", "Voice.mail.plan" et "Churn"). La variable Area.code est catégorielle, tandis que tous les autres varibales sont continuent.

- State :   tats américaine de l'observation, valeur de type "character"
- Account.length : Valeur entière depuis combien de temps le compte existe-t-il
- Area.code : Indicatif régionale (415, 408 ou 510)
- International.plan : Adhésion au plan international (Yes ou No)
- Voice.mail.plan : Adhésion au plan de messagerie (Yes ou No)
- Number.vmail.messages : Nombre de message vocal
- Total.day.minutes : Nombre de minute utilisé durant le jour
- Total.day.calls : Nombre d'appel exécuté durant le jour
- Total.day.charge : Coût total pour l'utilisation de jour
- Total.eve.minutes : Nombre de minute utilisé durant le soir
- Total.eve.calls : Nombre d'appel exécuté durant le soir
- Total.eve.charge : Coût total pour l'utilisation de soir
- Total.night.minutes : Nombre de minute utilisé durant la nuit

- Total.night.calls : Nombre d'appel exécuté durant la nuit
- Total.night.charge : Coût total pour l'utilisation la nuit
- Total.intl.minutes : Nombre de minute utilisé à l'international
- Total.intl.calls : Nombre d'appel exécuté à l'international
- Total.intl.charge : Coût total pour l'utilisation à l'international
- Customer.service.calls : Nombre d'appel exécuté pour le service au client
- Churn : Est-ce que le client à quitté (True, False)

```
summary(train)
```

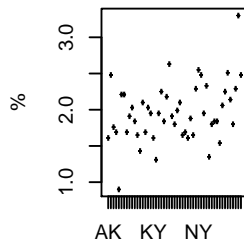
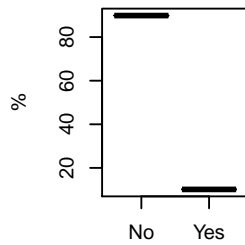
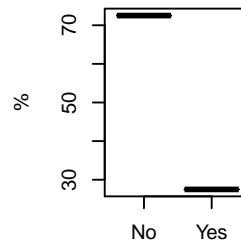
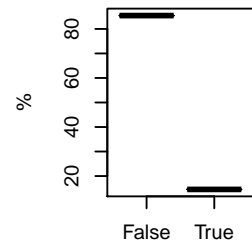
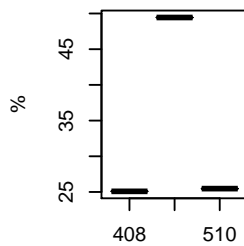
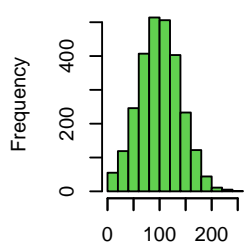
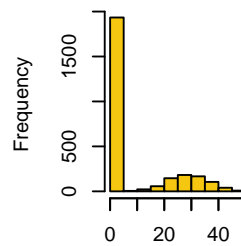
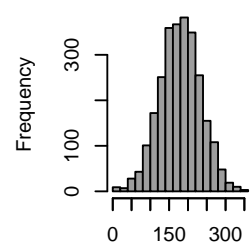
```
##      State      Account.length      Area.code      International.plan
## Length:2666      Min.   : 1.0      Min.   :408.0      Length:2666
## Class :character 1st Qu.: 73.0      1st Qu.:408.0      Class :character
## Mode  :character Median :100.0      Median :415.0      Mode  :character
##                      Mean  :100.6      Mean  :437.4
##                      3rd Qu.:127.0      3rd Qu.:510.0
##                      Max.   :243.0      Max.   :510.0
## Voice.mail.plan  Number.vmail.messages Total.day.minutes Total.day.calls
## Length:2666      Min.   : 0.000      Min.   : 0.0      Min.   : 0.0
## Class :character 1st Qu.: 0.000      1st Qu.:143.4      1st Qu.: 87.0
## Mode  :character Median : 0.000      Median :179.9      Median :101.0
##                      Mean  : 8.022      Mean  :179.5      Mean  :100.3
##                      3rd Qu.:19.000      3rd Qu.:215.9      3rd Qu.:114.0
##                      Max.   :50.000      Max.   :350.8      Max.   :160.0
## Total.day.charge Total.eve.minutes Total.eve.calls Total.eve.charge
## Min.   : 0.00      Min.   : 0.0      Min.   : 0      Min.   : 0.00
## 1st Qu.:24.38      1st Qu.:165.3      1st Qu.: 87      1st Qu.:14.05
## Median :30.59      Median :200.9      Median :100      Median :17.08
## Mean   :30.51      Mean   :200.4      Mean   :100      Mean   :17.03
## 3rd Qu.:36.70      3rd Qu.:235.1      3rd Qu.:114      3rd Qu.:19.98
## Max.   :59.64      Max.   :363.7      Max.   :170      Max.   :30.91
## Total.night.minutes Total.night.calls Total.night.charge Total.intl.minutes
## Min.   : 43.7      Min.   : 33.0      Min.   : 1.970      Min.   : 0.00
## 1st Qu.:166.9      1st Qu.: 87.0      1st Qu.: 7.513      1st Qu.: 8.50
## Median :201.2      Median :100.0      Median : 9.050      Median :10.20
## Mean   :201.2      Mean   :100.1      Mean   : 9.053      Mean   :10.24
## 3rd Qu.:236.5      3rd Qu.:113.0      3rd Qu.:10.640      3rd Qu.:12.10
## Max.   :395.0      Max.   :166.0      Max.   :17.770      Max.   :20.00
## Total.intl.calls Total.intl.charge Customer.service.calls      Churn
## Min.   : 0.000      Min.   :0.000      Min.   :0.000      Length:2666
## 1st Qu.: 3.000      1st Qu.:2.300      1st Qu.:1.000      Class :character
## Median : 4.000      Median :2.750      Median :1.000      Mode  :character
## Mean   : 4.467      Mean   :2.764      Mean   :1.563
## 3rd Qu.: 6.000      3rd Qu.:3.270      3rd Qu.:2.000
## Max.   :20.000      Max.   :5.400      Max.   :9.000
```

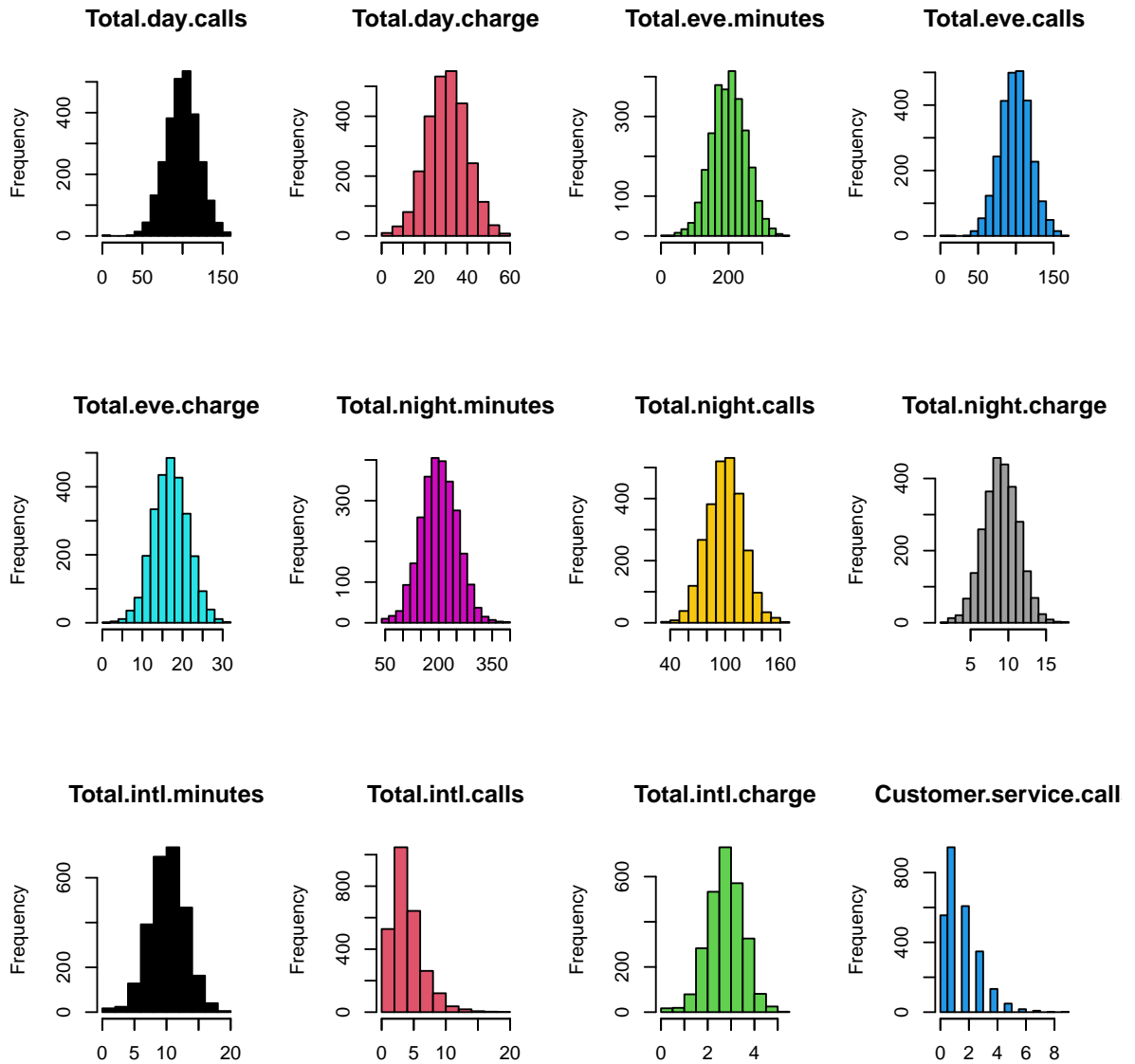
2.2. Présentation des observations

Ci-dessous les graphiques présente la répartition des valeurs pour chacune des variables du jeu de donnée. Les 5 premiers graphique présentes la fréquence en % des observations pour les variabes de type chaîne de caractères et catégorielle. Tandis que les variables de type continue sont présenté sous forme d'histogramme.

   partir des graphiques ci-dessous quelques interprétations intéressantes peuvent être faites :

- Le nombre d'observation fait sont similaire d'un   tats à l'autre
- Le jeu de données est principalement composé d'observation sur des personnes n'ayant pas adhéré à un plan international et ni à un plan de messagerie vocal.
- La grande majorité des observation n'ont pas quitté leurs compagnie de télécommunication et la majorité des observations habitent le secteur 415.
-    partir des graphiques d'histogrammes, toutes les variables de type continue suivent une courbe normale à l'ex  ption des variables Customer.service.calls et total.intl.calls

Proportion States**Proportion International****Proportion Voice.mai****Proportion Churn****Proportion Area code****Account.length****Number.vmail.message****Total.day.minutes**



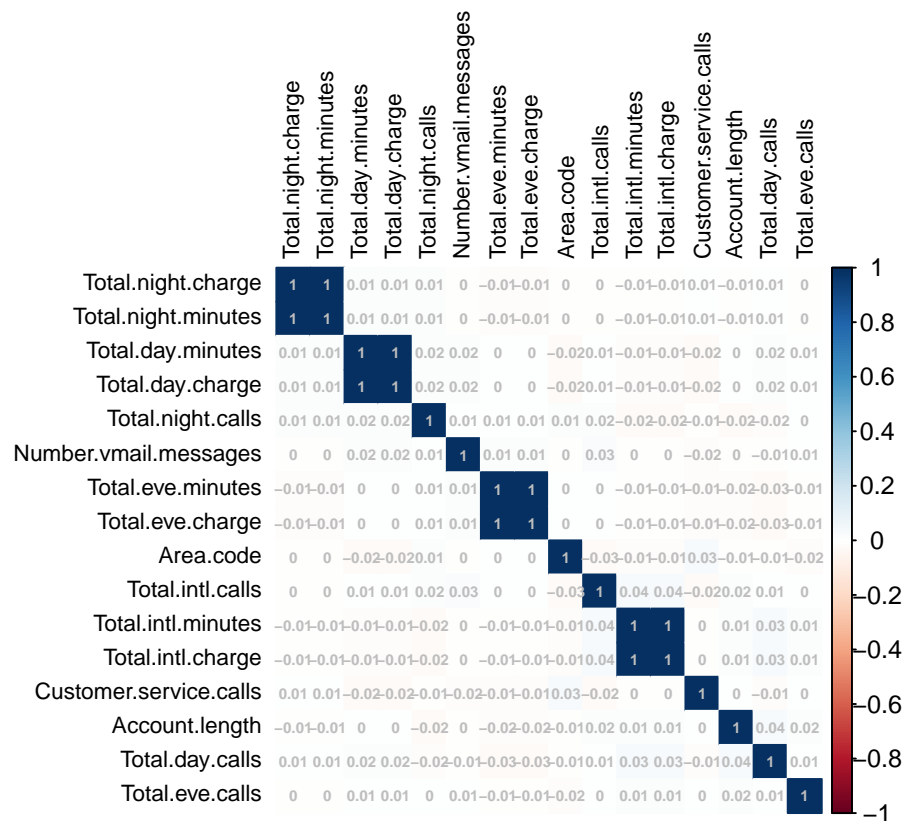
2.3. R  encodage ou traitement préparatoire des données

Tel que présenté dans le jeu de donnée et pour la suite des simulations plusieurs valeurs ont été d'abord r  encod  :

- La variable "State" a été convertie en une variable Facteur
- Les variables "International.plan" , "Voice.mail.plan" et "Churn" en variable logique.
- Le dataset d'entraînement ne contient aucune valeur manquante.
- Le log normale des variables a été calculé sur les variables Customer.service.calls et total.intl.calls, car leurs courbent d'histogramme étaient décentré vers la gauche.

2.3.1 Présentation de la corrélation entre les variables

Le graphique ci-dessous présente la corrélation entre les variables. Les variables du dataset sont faiblement corrélées à l'exception des variables indiquant le nombre de minutes consommées et les frais chargés associés, comme les variables : "Total.night charge" et "Total.night.minutes". Comme ces variables ont une corrélation parfaites, nous d  cisons de supprimer du dataset les variables "charge". Ce qui revient à supprimer 4 variables du dataset.

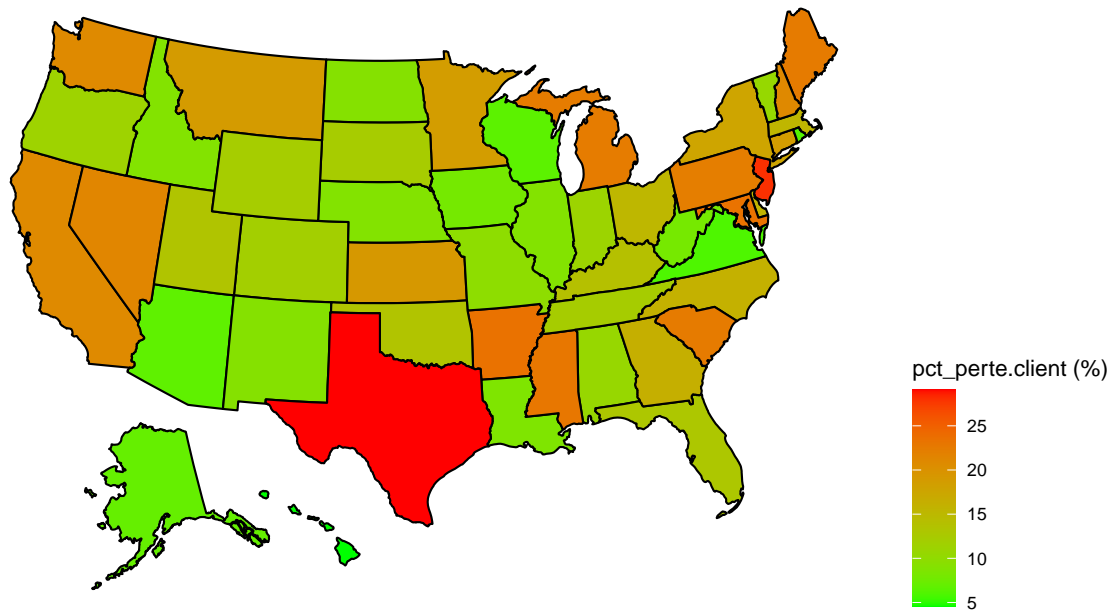


2.3.2 Présentation du taux de Churn selon l'  tat

Ci-dessous un map est présenté avec son taux de perte de client. On constate que les   tats du Texas et New Jersey sont les   tats ayant perdus le plus de clientèle, avec un pourcentage de perte supérieur à 25%.

Perte clientèle   tats-Unis

Opérateur Orange télécom



3. Modèle de simulation

3.1. Régression logistique (validation croisé) — a corriger la courbe roc

```
train = train0
test = train0

set.seed(1234)

train$Churn[train$Churn == "False"] = 0
train$Churn[train$Churn == "True"] = 1
train$Churn = as.numeric(train$Churn)

test$Churn[test$Churn == "False"] = 0
test$Churn[test$Churn == "True"] = 1
test$Churn = as.numeric(test$Churn)

model1=glm(Churn~ ., family="binomial",data=train)
summary(model1)

##
## Call:
## glm(formula = Churn ~ ., family = "binomial", data = train)
```



```

##
## Deviance Residuals:
##      Min        1Q      Median        3Q        Max
## -1.9878   -0.4968   -0.3075   -0.1580    3.1228
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
## (Intercept)   -8.920e+00  1.260e+00  -7.079 1.45e-12 ***
## StateAL        2.075e-01  7.925e-01   0.262  0.79346
## StateAR        8.758e-01  7.711e-01   1.136  0.25607
## StateAZ        1.406e-01  9.246e-01   0.152  0.87916
## StateCA        1.309e+00  8.860e-01   1.477  0.13969
## StateCO        3.176e-01  7.994e-01   0.397  0.69114
## StateCT        1.150e+00  7.500e-01   1.533  0.12524
## StateDC        7.592e-01  8.254e-01   0.920  0.35770
## StateDE        6.462e-01  7.753e-01   0.833  0.40463
## StateFL        5.189e-01  7.931e-01   0.654  0.51291
## StateGA        7.058e-01  7.902e-01   0.893  0.37175
## StateHI       -7.328e-01  1.002e+00  -0.731  0.46457
## StateIA        3.493e-01  9.146e-01   0.382  0.70252
## StateID        3.175e-01  8.344e-01   0.381  0.70355
## StateIL       -4.100e-01  8.949e-01  -0.458  0.64683
## StateIN        2.688e-01  8.043e-01   0.334  0.73824
## StateKS        9.024e-01  7.661e-01   1.178  0.23883
## StateKY        5.636e-01  8.182e-01   0.689  0.49096
## StateLA        5.682e-01  9.068e-01   0.627  0.53091
## StateMA        1.069e+00  7.853e-01   1.361  0.17346
## StateMD        9.575e-01  7.461e-01   1.283  0.19937
## StateME        1.375e+00  7.587e-01   1.813  0.06987 .
## StateMI        1.285e+00  7.462e-01   1.722  0.08506 .
## StateMN        1.175e+00  7.426e-01   1.583  0.11353
## StateMO        3.961e-01  8.306e-01   0.477  0.63344
## StateMS        1.505e+00  7.654e-01   1.967  0.04920 *
## StateMT        1.645e+00  7.562e-01   2.176  0.02957 *
## StateNC        2.904e-01  7.996e-01   0.363  0.71650
## StateND        2.940e-03  8.741e-01   0.003  0.99732
## StateNE        2.949e-01  8.536e-01   0.345  0.72973
## StateNH        1.305e+00  7.888e-01   1.654  0.09811 .
## StateNJ        1.398e+00  7.471e-01   1.871  0.06134 .
## StateNM        3.212e-01  8.655e-01   0.371  0.71052
## StateNV        1.040e+00  7.450e-01   1.395  0.16289
## StateNY        1.111e+00  7.467e-01   1.488  0.13671
## StateOH        7.216e-01  7.650e-01   0.943  0.34559
## StateOK        5.418e-01  7.982e-01   0.679  0.49728
## StateOR        3.802e-01  7.912e-01   0.481  0.63080
## StatePA        1.244e+00  8.055e-01   1.544  0.12260
## StateRI       -9.942e-01  9.569e-01  -1.039  0.29882
## StateSC        1.726e+00  7.675e-01   2.249  0.02451 *
## StateSD        4.039e-01  8.078e-01   0.500  0.61703
## StateTN        3.497e-01  8.477e-01   0.412  0.67998
## StateTX        1.809e+00  7.353e-01   2.461  0.01386 *
## StateUT        9.522e-01  7.754e-01   1.228  0.21945
## StateVA       -6.646e-01  8.765e-01  -0.758  0.44833
## StateVT       -2.364e-01  8.448e-01  -0.280  0.77962
## StateWA        1.326e+00  7.692e-01   1.724  0.08473 .

```

```
## StateWI          -1.862e-01  8.740e-01  -0.213  0.83128
## StateWV          2.495e-01  7.771e-01   0.321  0.74819
## StateWY          2.085e-01  7.812e-01   0.267  0.78952
## Account.length   1.482e-03  1.630e-03   0.909  0.36343
## Area.code        -3.446e-04  1.532e-03  -0.225  0.82202
## International.planYes 2.278e+00  1.704e-01  13.373 < 2e-16 ***
## Voice.mail.planYes -2.159e+00  6.811e-01  -3.170  0.00152 **
## Number.vmail.messages 4.076e-02  2.143e-02   1.902  0.05721 .
## Total.day.minutes -3.491e-01  3.826e+00  -0.091  0.92729
## Total.day.calls    3.608e-03  3.246e-03   1.111  0.26643
## Total.day.charge    2.132e+00  2.251e+01   0.095  0.92455
## Total.eve.minutes  1.419e+00  1.921e+00   0.738  0.46029
## Total.eve.calls    -1.615e-03  3.220e-03  -0.501  0.61609
## Total.eve.charge   -1.662e+01  2.260e+01  -0.735  0.46223
## Total.night.minutes 4.749e-04  1.023e+00   0.000  0.99963
## Total.night.calls   1.735e-03  3.294e-03   0.527  0.59839
## Total.night.charge  5.718e-02  2.272e+01   0.003  0.99799
## Total.intl.minutes -2.985e+00  6.178e+00  -0.483  0.62895
## Total.intl.calls    -1.228e-01  3.005e-02  -4.086  4.38e-05 ***
## Total.intl.charge   1.141e+01  2.288e+01   0.499  0.61795
## Customer.service.calls 5.463e-01  4.662e-02  11.718 < 2e-16 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## (Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)
##
##      Null deviance: 2212.2  on 2665  degrees of freedom
## Residual deviance: 1641.2  on 2597  degrees of freedom
## AIC: 1779.2
##
## Number of Fisher Scoring iterations: 6
```

```
#BIC
round(BIC(model1), digit = 2)
```

```
## [1] 2185.52
```

```
#AIC
round(model1$aic, digit = 2)
```

```
## [1] 1779.22
```

```
library(ROCR)
prob.predict=predict.glm(model1,test,type="response")
cutoff=0.5
test.pred = rep(0, nrow(test))
test.pred[prob.predict > cutoff] = 1
M=table(test.pred, test$Churn,dnn=c("Prediction","Observation"))

a=M[1,1]
b=M[1,2]
c=M[2,1]
d=M[2,2]
```

```
# Sensibilité
Sensibilité = d/(b+d)

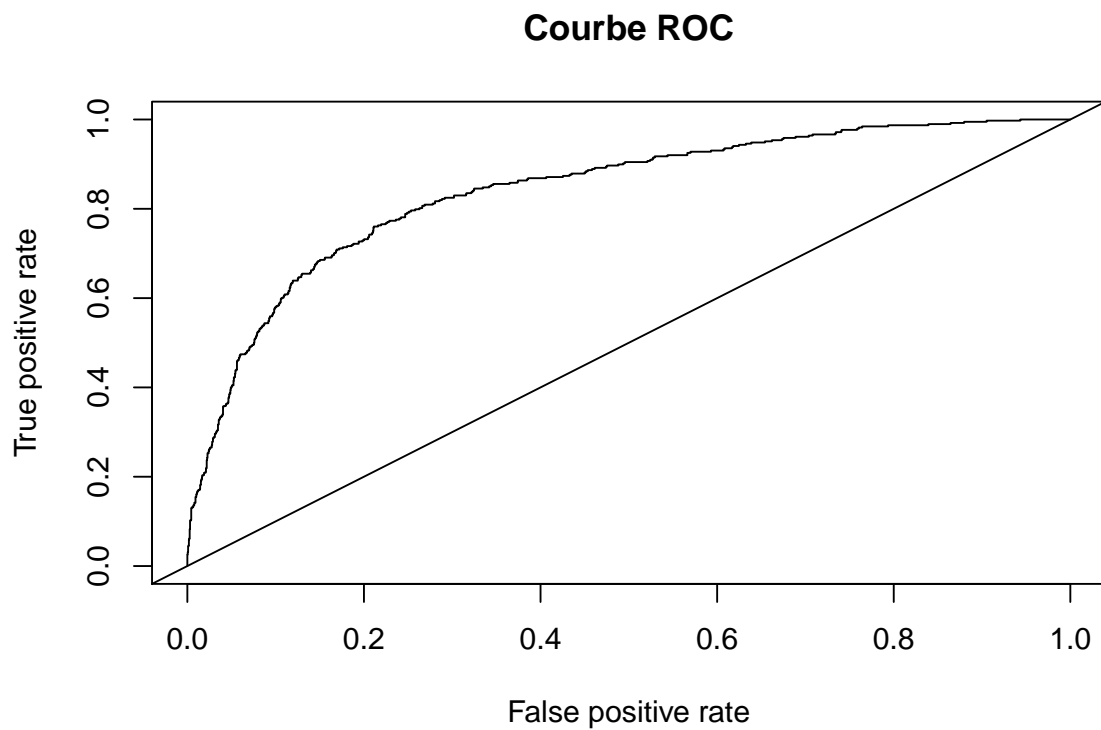
# Specificité
Specificité = a/(a+c)

# Taux d'erreurs de classification (%)
((b+c)/(a+b+c+d))*100
```

```
## [1] 12.90323
```

```
pred=prediction(prob.predict,test$Churn)
perf=performance(pred,measure="tpr",x.measure="fpr")
auc.perf = performance(pred, measure = "auc")

plot(perf, main = "Courbe ROC")
abline(a=0,b=1)
```



3.2. Arbre de classification élagué

```
train = train0
test = train0

train$Churn[train$Churn == "False"] = 0
train$Churn[train$Churn == "True"] = 1
```

```

train$Churn = as.numeric(train$Churn)

test$Churn[test$Churn == "False"] = 0
test$Churn[test$Churn == "True"] = 1
test$Churn = as.numeric(test$Churn)

set.seed(400)

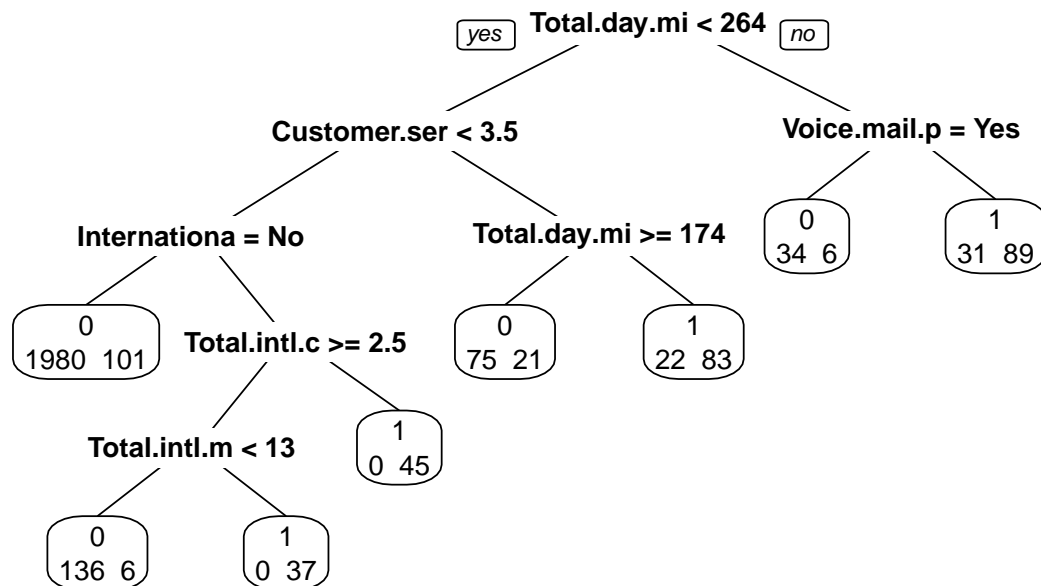
# Cr  ation de l'arbre :
library(rpart.plot)

## Loading required package: rpart

mytree = rpart(Churn~., data=train , method = "class")
cp_optimal=mytree$cptable[which.min(mytree$cptable[,4]),1]
mytree_optimal = prune(mytree,cp=cp_optimal)
prp(mytree_optimal,extra=1,roundint=FALSE, main = "Arbre avec   lagage")

```

Arbre avec   lagage



```

mytable=table(test$Churn, predict(mytree_optimal,test, type="class"))
names(dimnames(mytable))= c("Observed", "Predicted")
M = mytable

a=M[1,1]
b=M[1,2]
c=M[2,1]
d=M[2,2]

```

```
# Taux de mauvaises classifications
((b+c)/(a+b+c+d))*100
```

```
## [1] 7.014254
```

```
# Taux de faux positifs
round(((b+c)/(a+b+c+d))*100, digit = 2)
```

```
## [1] 7.01
```

```
# Taux faux négatif
round((1-(d/(b+d)))*100, digit = 2)
```

```
## [1] 17.26
```

```
# Paramètre de complexité maximale
cp_optimal
```

```
## [1] 0.02835052
```

```
# Boucle for
```

```
nb_boucle = 20
```

```
Taux_mauvaise_classificaion=matrix(0,nb_boucle,1)
Taux_faux_positifs=matrix(0,nb_boucle,1)
Taux_faux_négatif=matrix(0,nb_boucle,1)
valeur_seed = matrix(0,nb_boucle,1)
```

```
par(mfrow=c(4,3))
```

```
for (i in 1:nb_boucle)
{
  n=nrow(mydata)
  set.seed(i*15231)
  id.train=sample(1:n,size=nrow(train))
  id.test=setdiff(1:n,id.train)
```

```
mydata.train= mydata[id.train,]
mydata.test = mydata[id.test,]
```

```
library(rpart.plot)
set.seed(i*15231)
valeur_seed[i]=i*15231
```

```
mytree = rpart(Churn~., data=mydata.train, method = "class")
```

```
cp_optimal=mytree$cptable[which.min(mytree$cptable[,4]),1]
mytree_optimal = prune(mytree,cp=cp_optimal)
```

```
#prp(mytree_optimal,extra=1,roundint=FALSE)
```

```

mytable=table(mydata.test$Churn, predict(mytree_optimal,mydata.test, type="class"))
names(dimnames(mytable))= c("Observed", "Predicted")
M = mytable

a=M[1,1]
b=M[1,2]
c=M[2,1]
d=M[2,2]

# Taux de mauvaises classifications
Taux_mauvaise_classificaion[i]= ((b+c)/(a+b+c+d))
# Taux faux positifs
Taux_faux_positifs[i]= round((1-(a/(a+c))), digit = 2 )
# Taux faux négatif
Taux_faux_negatif[i] = round((1-(d/(b+d))), digit = 2)

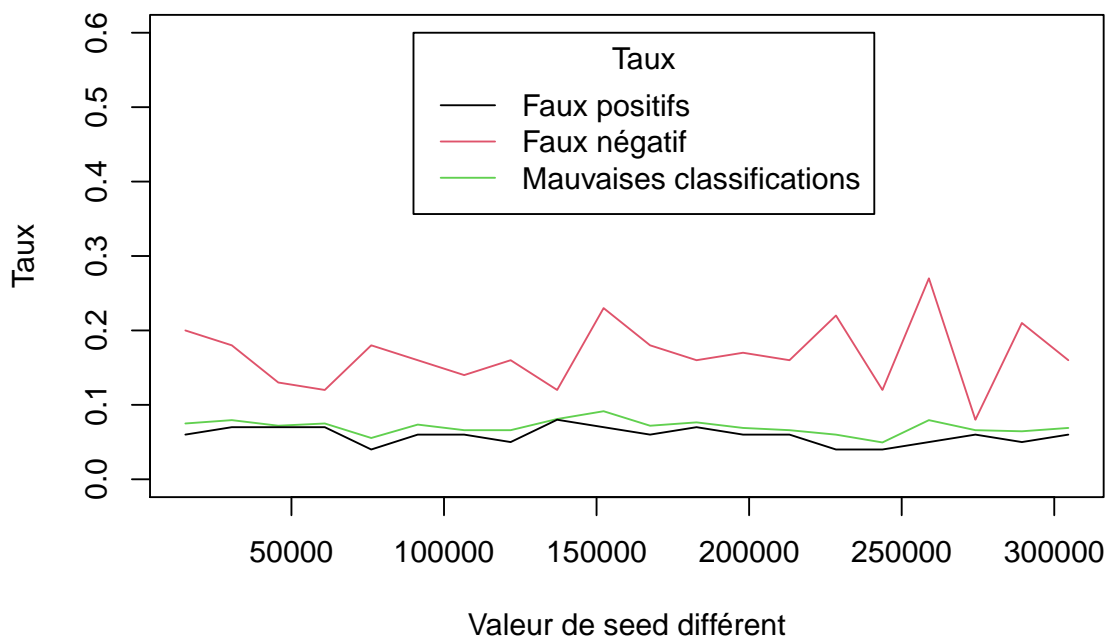
}

par(mfrow=c(1,1))

plot(valeur_seed,Taux_mauvaise_classificaion, type = "l", ylim= c(0,0.6), col = 3, ylab = "Taux")
lines(valeur_seed,Taux_faux_positifs,col=1)
lines(valeur_seed,Taux_faux_negatif,col=2)
legend(90000, 0.6, legend=c("Faux positifs","Faux négatif","Mauvaises classifications"), col=1:3)

```

Variation du taux de mauvaises clasification, de faux positif et de faux négatif



```
# Taux de faux positif
## Maximum
round(max(Taux_faux_positifs), digit =2)
```

```
## [1] 0.08
```

```
## Minimum
round(min(Taux_faux_positifs), digit =2)
```

```
## [1] 0.04
```

```
# Taux de mauvaises classifications
## Maximum
round(max(Taux_mauvaise_classificaion), digit =2 )
```

```
## [1] 0.09
```

```
## Minimum
round(min(Taux_mauvaise_classificaion) , digit = 2)
```

```
## [1] 0.05
```

```
# Taux faux négatif
## Maximum
round(max(Taux_faux_negatif), digit = 2)
```

```
## [1] 0.27
```

```
## Minimum
round(min(Taux_faux_negatif), digit = 2)
```

```
## [1] 0.08
```

3.3. forêt aléatoire approche bagging

```
train = train0
test = train0

train$Churn[train$Churn == "False"] = 0
train$Churn[train$Churn == "True"] = 1
train$Churn = as.numeric(train$Churn)

test$Churn[test$Churn == "False"] = 0
test$Churn[test$Churn == "True"] = 1
test$Churn = as.numeric(test$Churn)

library(randomForest)
```

```
## Warning: package 'randomForest' was built under R version 4.0.3

## randomForest 4.6-14

## Type rfNews() to see new features/changes/bug fixes.

##
## Attaching package: 'randomForest'

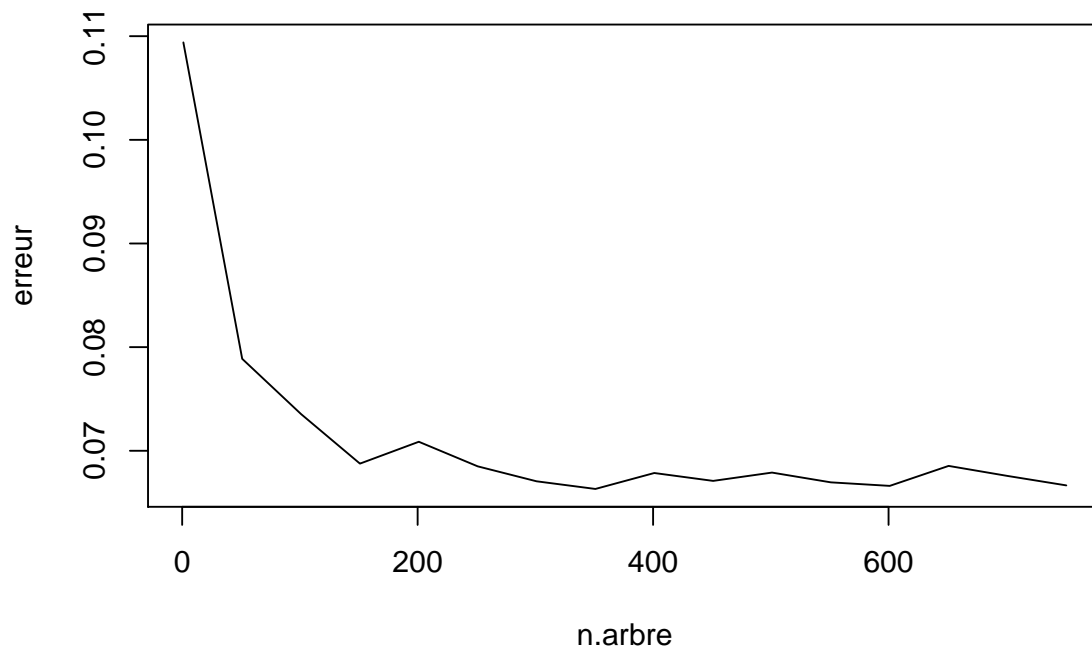
## The following object is masked from 'package:dplyr':
##
##      combine

## The following object is masked from 'package:ggplot2':
##
##      margin

## The following object is masked from 'package:gridExtra':
##
##      combine

mydata$Churn <- as.factor(mydata$Churn)

set.seed(1234)
n.arbre=seq(1,800,by=50)
erreur=NULL
for (i in n.arbre)
{
  rf=randomForest(Churn~.,data=mydata,ntree=i,mtry=length(colnames(mydata))-1)
  erreur=c(erreur,sum(rf$err.rate[,1])/rf$ntree)
}
plot(n.arbre, erreur,type="l")
```

```
rf=randomForest(Churn~.,data=mydata,ntree=600,mtry=length(colnames(mydata))-1)
rf
```

```
##
## Call:
## randomForest(formula = Churn ~ ., data = mydata, ntree = 600,      mtry = length(colnames(mydata))-1)
##              Type of random forest: classification
##              Number of trees: 600
## No. of variables tried at each split: 15
##
##      OOB estimate of  error rate: 6.78%
## Confusion matrix:
##      FALSE TRUE class.error
## FALSE  2759   91  0.03192982
## TRUE    135  348  0.27950311
```

```
importance(rf,type=1)
```

```
##
## State
## Account.length
## Area.code
## International.plan
## Voice.mail.plan
## Number.vmail.messages
## Total.day.minutes
## Total.day.calls
## Total.eve.minutes
```



```
##      Account.length      Area.code Customer.service.calls
##      4.4688932          0.3117404          7.4183039
##      International.plan  Number.vmail.messages      State
##      5.0942122          0.4453988          34.5424419
##      Total.day.calls      Total.day.charge      Total.day.minutes
##      2.9945890          0.0000000          16.6550028
##      Total.eve.calls      Total.eve.charge      Total.eve.minutes
##      0.6688840          0.0000000          8.2465733
##      Total.intl.calls      Total.intl.charge      Total.intl.minutes
##      4.7813379          0.0000000          4.2572276
##      Total.night.calls      Total.night.charge      Total.night.minutes
##      3.3159080          0.0000000          4.2649704
##      Voice.mail.plan
##      2.5345167
```

```
pred=predict(myboost, newdata=test)

pred$error
```

```
## [1] 0.009002251
```

```
M=pred$confusion
```

```
#mytable=table(myboost$class,mydata$Churn)
# names(dimnames(mytable))= c("Predicted", "Observed")
# M = mytable
# M
# a=M[1,1]
# b=M[1,2]
# c=M[2,1]
# d=M[2,2]

# Taux de faux positifs
M[2,1]/(M[2,1]+M[1,1])
```

```
## [1] 0.0008779631
```

```
# Taux de faux négatifs
M[1,2]/(M[2,2]+M[1,2])
```

```
## [1] 0.05670103
```

3.5. SVM

4. Résultats : présentation des résultats sous forme de tableaux et figures (ne mettez pas de sortie R)

5. Conclusion/discussion : conclusion générale, limites de votre étude, qu'avez vous appris ?