

[Help](#)

```
#include    "cdo.h"

/*Implied Copula*/

/* Hull && white  -fonctions utiles pour la méthode de BASE CORRELATION */
/* &&  implied copula voir (perfect copula )*/

/* Hull & White implied copula */

/* Dans cette partie nous définirons dans un premiers temps nos n lambda
   implicite selon les valeurs max qu'on fixera et dans un second temps nous
   définirons la matrice du gradient utile pour résoudre notre problème
   d'optimisation voir Papier Hull& White implied Copula */

double      *lambdaimpl(const prod *produit,
                        const double *s1,
                        const double s2,
                        const int n,
                        const int choix)
{
    /* n définit le nombre d'intensité implicite que l'on veut avoir, ce nombre
       dépend de l'utilisateur plus il est grand plus la calibration est
       meilleure */
    /* on définit l'intensité minimale et l'intensité maximale de défaut qu'on
       peut avoir grâce aux données du marché */
    int k, i, j;
    int MAX_ITERATIONS = 10;
    double ACCURACY = 0.001;
    double *result;
    double x, x1, x2, y1, y2, f, f1, f2, x1, xh, rts, temp, dx, dxold, df;
    double lamb_min = 0.0;
    double lamb_max = 0.18;
    double V1;
    double V2;
    prod **prods;
```

```
/* On définit la somme de la valeur des contrats de nos six dérivés de
   crédit d'une part en considérant l'intensité minimale et d'une autre part
   en considérant l'intensité maximale */

V1 = prix_contrat_CDS(produit, lamb_min, s2);
V2 = prix_contrat_CDS(produit, lamb_max, s2);

prods = (prod ** )malloc(5 * sizeof(prod *));

for (i = 0; i < 5; i++)
{
    prods[i] = (prod *)malloc(sizeof(prod));
}
prods[0]->att = 0.0;

if (choix == 1)
{
    for (i = 1; i < 5; i++)
    {
        prods[i - 1]->det = prods[i]->att = 0.03 * i;
    }
    prods[4]->det = 0.22;
}
else if (choix == 2)
{
    prods[0]->det = prods[1]->att = 0.03;
    prods[1]->det = prods[2]->att = 0.07;
    prods[2]->det = prods[3]->att = 0.1;
    prods[3]->det = prods[4]->att = 0.15;
    prods[4]->det = 0.3;
}

for (i = 0; i < 5; i++)
{
    prods[i]->maturite = produit->maturite;
    prods[i]->rate = produit->rate;
    prods[i]->recov = produit->recov;
    prods[i]->nb = produit->nb;
    prods[i]->nominal = produit->nominal;
```

```
    }

    for (i = 0; i < 5; i++)
    {
        V1 += prix_contrat_CDO(prods[i], s1[i], 0.0, lamb_min);
        V2 += prix_contrat_CDO(prods[i], s1[i], 0.0, lamb_max);
    }

    /* on retournera les lambda implicites tels que ces derniers couvrent
       uniformément [V1,V2] */

    result = malloc(n * sizeof(double));

    /*initialisation */

    for (i = 0; i < n; i++)
    {

        result[i] = 0.0;
    }


    for (i = 1; i < n + 1; i++)
    {

        x1 = lamb_min;
        x2 = lamb_max;
        x = V1 + (i - 1) * (V2 - V1) * 1. / (n - 1);
        k = 0;
        f1 = prix_contrat_CDS(produit, x1, s2);
        f2 = prix_contrat_CDS(produit, x2, s2);
        for (j = 0; j < 5; j++)
        {
            f1 += prix_contrat_CDO(prods[j], s1[j], 0.0, x1);
            f2 += prix_contrat_CDO(prods[j], s1[j], 0.0, x2);
        }

        f1 -= x;
        f2 -= x;
```

```
if ((f1 * f2) >= 0)
{
    if (f1 == 0)    result[i - 1] = x1 ;
    if (f2 == 0)    result[i - 1] = x2;
}

if (f1 < 0.0)
{
    x1 = x1;
    xh = x2;
}
else
{
    xh = x1;
    x1 = x2;
}

rts = 0.5 * (x1 + x2);
dxold = fabs(x2 - x1);
dx = dxold;
f = prix_contrat_CDS(produit, rts, s2) - x;
y1 = prix_contrat_CDS(produit, rts - ACCURACY, s2) - x;
y2 = prix_contrat_CDS(produit, rts + ACCURACY, s2) - x;

for (j = 0; j < 5; j++)
{
    f += prix_contrat_CDO(prods[j], s1[j], 0, rts);
    y1 += prix_contrat_CDO(prods[j], s1[j], 0, rts - ACCURACY);
    y2 += prix_contrat_CDO(prods[j], s1[j], 0, rts + ACCURACY);
}

df = (y2 - y1) / (2 * ACCURACY);

do
{
```

```

if (((rts - xh)*df - f) * ((rts - xl)*df - f) > 0) || ((fabs(2.0 * f)
{
    dxold = dx;
    dx = 0.5 * (xh - xl);
    rts = xl + dx;
    if (xl == rts) break ;
}
else
{
    dxold = dx;
    dx = f / df;
    temp = rts;
    rts -= dx;
    if (temp == rts) break;
}
if (fabs(dx) < ACCURACY) break;
f = prix_contrat_CDS(produit, rts, s2) - x;
y1 = prix_contrat_CDS(produit, rts - ACCURACY, s2) - x;
y2 = prix_contrat_CDS(produit, rts + ACCURACY, s2) - x;

for (j = 0; j < 5; j++)
{
    f += prix_contrat_CDO(prods[j], s1[j], 0, rts);
    y1 += prix_contrat_CDO(prods[j], s1[j], 0, rts - ACCURACY);
    y2 += prix_contrat_CDO(prods[j], s1[j], 0, rts + ACCURACY);
}

df = (y2 - y1) / (2 * ACCURACY);

if (f < 0) xl = rts;
else     xh = rts;

k = k + 1;

}
while (k < MAX_ITERATIONS);

result[i - 1] = rts;

```

```
    }  
    for (i = 0; i < 5; i++)  
    {  
        free(prods[i]);  
    }
```

```
    free(prods);
```

```
    return (result) ;  
}
```

```
/* Connaissant les valeurs des intensités implicites susceptibles de bien "fiter"  
   poids de chaque intensité ,résoudre ce problème revient à résoudre un problè
```

```
double **gradient(const prod *produit,  
                  const double *s1,  
                  const double s2,  
                  const int n,  
                  const int choix)
```

```
{
```

```
    double *d;  
    double **A;  
    double **a;  
    double **c;  
    int i, l, j;  
    prod* (*prods);  
    double cte = 0.5 * 0.000000001;
```

```
    A = (double **)malloc((n) * sizeof(double *));  
    a = (double **)malloc(n * sizeof(double *));  
    c = (double **)malloc(n * sizeof(double *));  
    d = (double *)malloc(n * sizeof(double));
```

```
    for (i = 0; i < n; i++)  
    {
```

```
        A[i] = (double *)malloc((n) * sizeof(double));
        c[i] = (double *)malloc(n * sizeof(double));
    }
    for (i = 0; i < n; i++)
    {
        a[i] = (double *)malloc(6 * sizeof(double));
    }

    for (i = 0; i < n; i++)
    {
        d[i] = i * 0.1 * 1. / (n - 1);
    }

    /*Initilisation de la matrice du gradient */

    for (i = 0; i < n; i++)
    {
        for (j = 0; j < n; j++)
        {
            A[i][j] = 0;
        }
    }

    prods = (prod **)malloc(5 * sizeof(prod));

    for (i = 0; i < 5; i++)
    {
        prods[i] = (prod *)malloc(sizeof(prod));
    }
    prods[0]->att = 0.0;

    if (choix == 1)
    {
        for (i = 1; i < 5; i++)
        {
            prods[i - 1]->det = prods[i]->att = 0.03 * i;
        }
        prods[4]->det = 0.22;
    }
```

```
else
{
    prods[0]->det = prods[1]->att = 0.03;
    prods[1]->det = prods[2]->att = 0.07;
    prods[2]->det = prods[3]->att = 0.1;
    prods[3]->det = prods[4]->att = 0.15;
    prods[4]->det = 0.3;
}

for (i = 0; i < 5; i++)
{
    prods[i]->maturite = produit->maturite;
    prods[i]->rate = produit->rate;
    prods[i]->recov = produit->recov;
    prods[i]->nb = produit->nb;
    prods[i]->nominal = produit->nominal;
}

for (i = 0; i < n; i++)
{
    a[i][5] = prix_contrat_CDS(produit, d[i], s2);

    for (j = 0; j < 5; j++)
    {
        a[i][j] = prix_contrat_CDO(prods[j], s1[j], 0, d[i]);
    }
}

for (i = 0; i < n; i++)
{
    for (j = 0; j < n; j++)
    {
        c[i][j] = 0;
        for (l = 0; l < 6; l++)
        {
            c[i][j] = c[i][j] + a[i][l] * a[j][l];
        }
    }
}
```



```

    }
}

/*Définition de la matrice obtenue en prenant le gradient de notre fonction à

/*Première ligne-ligne 0*/

A[0][0] = 2 * c[0][0] + (2 / (d[2] - d[0])) * (cte / 0.5);
A[0][1] = 2 * c[0][1] - (4 / (d[2] - d[0])) * (cte / 0.5);
A[0][2] = 2 * c[0][2] + (2 / (d[2] - d[0])) * (cte / 0.5);

for (j = 3; j < n; j++)
{
    A[0][j] = 2 * c[0][j];
}

/*Deuxième ligne-ligne 1*/

A[1][0] = 2 * c[1][0] - (4 / (d[2] - d[0])) * (cte / 0.5);
A[1][1] = 2 * c[1][1] + ((2 / (d[3] - d[1])) + (8 / (d[2] - d[0]))) * (cte / 0.5);
A[1][2] = 2 * c[1][2] + ((-4 / (d[2] - d[0])) - (4 / (d[3] - d[1]))) * (cte / 0.5);
A[1][3] = 2 * c[1][3] + (2 / (d[3] - d[1])) * (cte / 0.5);

for (j = 4; j < n; j++)
{
    A[1][j] = 2 * c[1][j];
}

/*Ligne 2 à ligne n-3*/
for (i = 2; i < n - 2; i++)
{
    for (l = 0; l < i - 2; l++)
    {
        A[i][l] = 2 * c[i][l];
    }

    A[i][i - 2] = 2 * c[i][i - 2] + ((2 / (d[i] - d[i - 2]))) * (cte / 0.5);
    A[i][i - 1] = 2 * c[i][i - 1] + ((-4 / (d[i + 1] - d[i - 1])) - (4 / (d[i] - d[i - 1]))) * (cte / 0.5);
    A[i][i] = 2 * c[i][i] + ((2 / (d[i] - d[i - 2])) + 8 / ((d[i + 1] - d[i - 1]) - (d[i] - d[i - 1]))) * (cte / 0.5);
    A[i][i + 1] = 2 * c[i][i + 1] + ((-4 / (d[i + 1] - d[i - 1])) - (4 / (d[i] - d[i - 1]))) * (cte / 0.5);
}

```

```

    A[i][i + 2] = 2 * c[i][i + 2] + (2 / (d[i + 2] - d[i])) * (cte / 0.5);

    for (l = i + 3; l < n; l++)
    {
        A[i][l] = 2 * c[i][l];
    }
}

/*Ligne n-2*/
A[n - 2][n - 1] = 2 * c[n - 2][n - 1] - (4 / (d[n - 1] - d[n - 3])) * (cte / 0
A[n - 2][n - 2] = 2 * c[n - 2][n - 2] + (8 / (d[n - 1] - d[n - 3]) + 2 / (d[n
A[n - 2][n - 3] = 2 * c[n - 2][n - 3] + (-4 / (d[n - 2] - d[n - 4]) - 4 / (d[n
A[n - 2][n - 4] = 2 * c[n - 2][n - 4] + (2 / (d[n - 2] - d[n - 4])) * (cte / 0

for (j = 0; j < n - 4; j++)
{
    A[n - 2][j] = 2 * c[n - 2][j];
}

/*Ligne n-1*/

A[n - 1][n - 1] = 2 * c[n - 1][n - 1] + (2 / (d[n - 1] - d[n - 3])) * (cte / 0
A[n - 1][n - 2] = 2 * c[n - 1][n - 2] - (4 / (d[n - 1] - d[n - 3])) * (cte / 0
A[n - 1][n - 3] = 2 * c[n - 1][n - 3] + (2 / (d[n - 1] - d[n - 3])) * (cte / 0

for (j = 0; j < n - 3; j++)
{
    A[n - 1][j] = 2 * c[n - 1][j];
}

for (i = 0; i < n; i++)
{
    free(c[i]);
    free(a[i]);
}
free(c);
free(a);

return A;

}

```

```
double                                *probaimpl(const prod *produit,
                                                const double *s1,
                                                const double s2,
                                                const int n,
                                                const int choix)
{
    /* Dans cette partie on cherche à résoudre le problème d'optimisation voir
       Hull & White Perfect Copula pour déterminer les probabilités associées à
       chaque intensité on utilisera la méthode du gradient conjugué */
    int i, l;
    int j = 0;
    double *P;
    double *g;
    double *g1;
    double epsilon = 0.000001;
    int Max_iterations = 100;
    double *w;
    double *v;
    double s;
    double *P1;
    double **A;
    double sum1;
    double sum2;
    double *lamb;

    A = malloc(n * sizeof(double *));
    P = malloc(n * sizeof(double));
    g = malloc(n * sizeof(double));
    w = malloc(n * sizeof(double));
    v = malloc(n * sizeof(double));
    P1 = malloc(n * sizeof(double));
    g1 = malloc(n * sizeof(double));

    /*Initialisation du vecteur de proba*/
    for (i = 0; i < n; i++)
    {
        A[i] = malloc(n * sizeof(double));
    }
```

```
for (i = 0; i < n; i++)
{
    P[i] = 1. / n;
    g[i] = 1. / n;
    g1[i] = 1. / n;
}

lamb = malloc(n * sizeof(double));
for (i = 0; i < n; i++)
{
    lamb[i] = i * 0.1 * 1. / (n - 1);
}

/*Définition du vecteur normal*/

A = gradient(produit, s1, s2, n, choix);

do
{
    for (i = 0; i < n; i++)
    {
        w[i] = 0;
        for (l = 0; l < n; l++)
        {
            w[i] += A[i][l] * P[l];
        }
    }

    s = 0;
    sum1 = 0;
    sum2 = 0;
    for (i = 0; i < n; i++)
    {
        sum1 += P[i] * w[i];
        sum2 += g[i] * g[i];
    }

    for (i = 0; i < n; i++)
    {
```

```
        g1[i] = g[i] - sum2 * w[i] / sum1;
        s += g1[i] * g1[i];
    }

    for (i = 0; i < n; i++)
    {
        P1[i] = g1[i] + s * P[i] / sum2;
    }
    s = 0;
    sum1 = 0;

    for (i = 0; i < n; i++)
    {
        if (P1[i] < 0) P1[i] = 0.00001;
        s += P1[i];
    }

    for (i = 0; i < n; i++)
    {
        P1[i] = P1[i] / s;
        sum1 += (P1[i] - P[i]) * (P1[i] - P[i]);
    }
    if (sum1 < epsilon) break;

    else
    {
        for (i = 0; i < n; i++)
        {
            P[i] = P1[i];
        }
    }
    j += 1;

}
while (j < Max_iterations);

for (i = 0; i < n; i++)
{
```

```
        free(A[i]);
    }
    free(A);
    free(P);
    free(g);
    free(g1);
    free(v);
    free(w);
    free(lamb);

    return P1;
}

double pay_leg_impl(const prod *produit, const double *p, const int n)
{
    int i;
    double s = 0;
    double *lamb;
    lamb = malloc(n * sizeof(double));

    for (i = 0; i < n; i++)
    {
        lamb[i] = i * 0.1 * 1. / (n - 1);
    }
    for (i = 0; i < n; i++)
    {
        s += p[i] * payment_leg_CDO(produit, 0, lamb[i]);
    }

    free(lamb);

    return s;
}

double dl_leg_impl(const prod *produit, const double *p, int n)
{
    int i;
    double s = 0;
    double *lamb;
```

```
lamb = malloc(n * sizeof(double));

for (i = 0; i < n; i++)
{
    lamb[i] = i * 0.1 * 1. / (n - 1);
}
for (i = 0; i < n; i++)
{
    s += p[i] * loss(produit, 0, lamb[i]);
}
free(lamb);

return s;
}
```