

# TEMA 3

## ALGUNES APLICACIONS DE L'OPT A LA DIR. FINANCERA DE L'EMPRESA

*Els diners són millor que la pobresa, encara que només siga  
per raons financeres.*

*Woody Allen*

*Quan triomfes una vegada, pot ser casualitat. Quan triomfes dues vegades, pot ser  
qüestió de sort. Quan triomfes tres vegades, és degut al treball dur i al fet de ser  
eficaç i competitiu.*

*Proverbi de Normandia*

# I. VALORACIÓ D'ACCIONS ORDINÀRIES I BONS DE CUPÓ ZERO

1

– Analitzar  $\Rightarrow$  binomi rendibilitat-risc manifestats quan utilitzem l'OPT



implicacions que es poden deduir sobre el problema de l'estructura financera de l'empresa.

– Context senzill  $\Rightarrow$  l'empresa té un passiu format per:

· Capitals propis ( $n$  accions),  $S_t$ , i

· Deute per l'emissió de bons ( $m$  obligacions),  $B_t$ , per la qual cosa el valor de l'empresa serà:

$$V_t = S_t + B_t \quad [1]$$

– No hi ha repartiment de dividends ni emissions posteriors.

– El deute,  $B_t$ , es considera com un actiu arriscat, igual que les accions, i el seu valor de mercat es considerarà com una variable aleatòria.

– En el moment de l'emissió (en  $t = 0$ ) del deute,  $B_t$ , és com si els accionistes estigueren venent l'empresa als bonistes (obligacionistes) a canvi de diners més una opció de compra sobre aquesta que, en el moment de l'amortització ( $t = T$ ), el preu (d'execució) coincideix amb el nominal del deute ( $N$ ).

– Si en  $T$  els accionistes no poden tornar el valor del deute ( $V^* \leq N$ ), els bonistes (obligacionistes) passaran a ser propietaris de l'empresa. Hi tenen preferència.

T  
E  
M  
A

3

# I. VALORACIÓ D'ACCIONS ORDINÀRIES I BONS DE CUPÓ ZERO

– Analitzem les possibles conseqüències que poden ocórrer en T:

## Accionistes

- Si  $V^* > N$ , els bonistes rebran l'amortització (deute), i els accionistes recuperaran el valor de l'empresa,  $V^*$ , mitjançant la diferència:

$$S^* = V^* - N$$

- Si  $V^* \leq N$ , els bonistes rebran el valor de l'empresa i el dret dels accionistes no tindrà valor, ja que, després de saldar el deute, no hi quedarà res ( $S^* = 0$ ).

- La posició dels accionistes s'assembla a la *propietat d'una CALL europea*:

$$S^* = \text{màx. } \{V^* - N, 0\} \quad [2]$$

- El valor de mercat de les accions serà:

$$S_t = V_t - B_t = c_t(V_t, T, N)$$

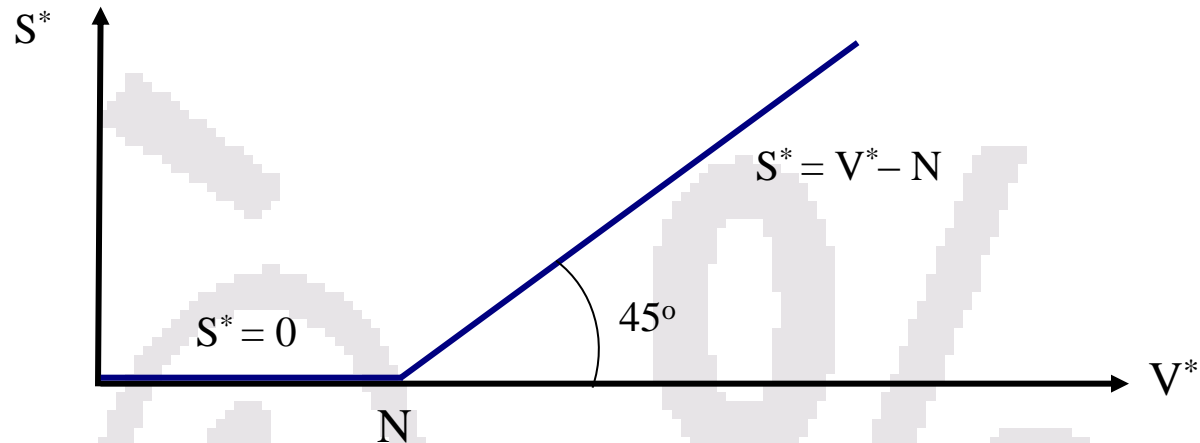
$S_t$  = valor de les accions  $\equiv$  valor d'una opció de compra s/ valor de l'empresa.

$V_t$  = valor de mercat de l'empresa.

T = data de maduració o d'expiració.

N = valor d'amortització del deute  $\equiv$  preu d'exercici (E).

# I. VALORACIÓ D'ACCIONS ORDINÀRIES I BONS DE CUPÓ ZERO



## *Bonistes (obligacionistes)*

- Si  $V^* > N$ , percebrien el valor del deute invertit,  $N$ .
- Si  $V^* \leq N$ , recuperarien  $V^*$  de la inversió efectuada.
- La posició dels obligacionistes es pot expressar:

$$B^* = \text{mín. } \{V^*, N\}$$

- Si reprenem l'expressió [1], el valor de mercat de les obligacions serà:

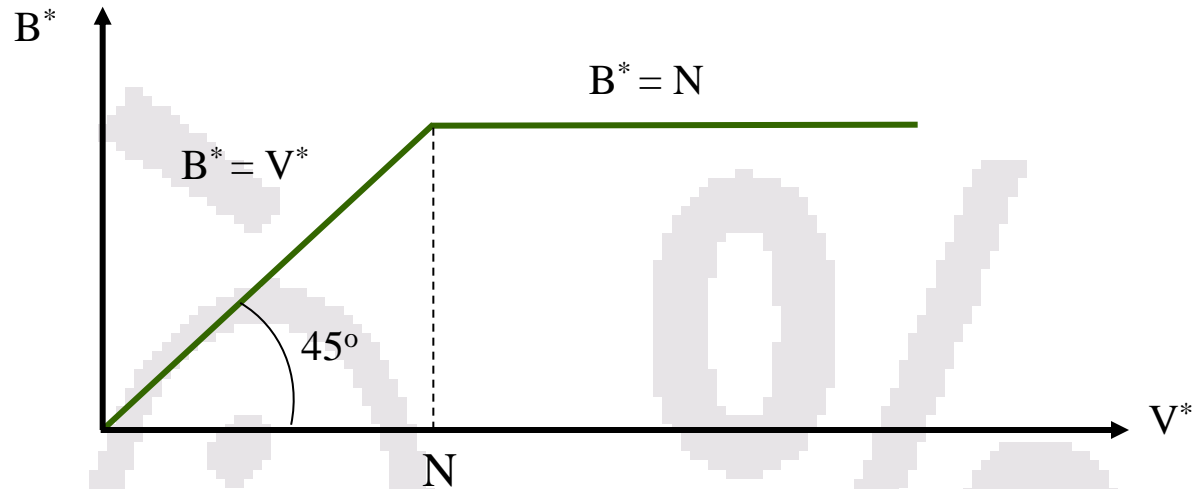
$$B_t = V_t - S_t$$

per la qual cosa:

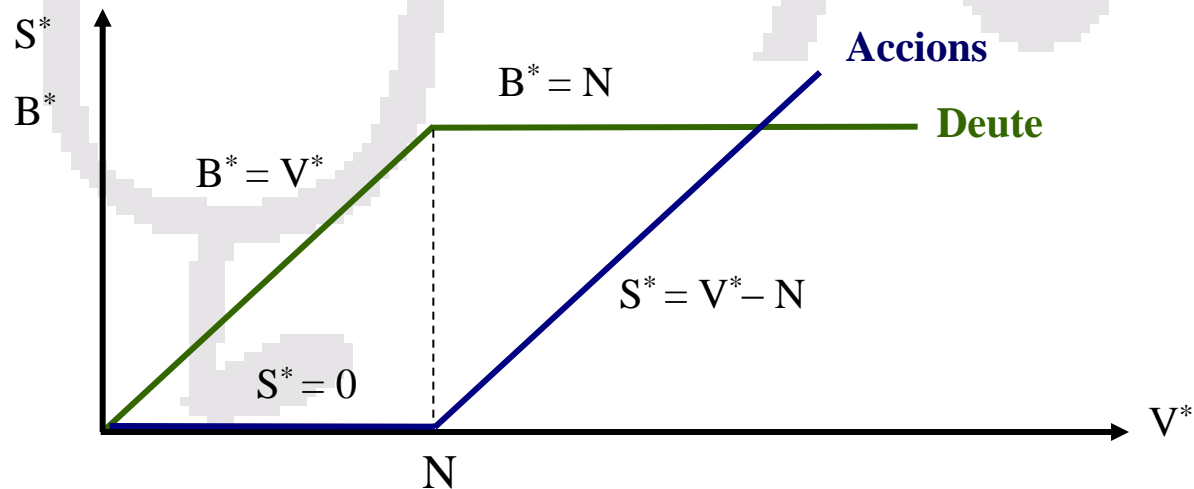
$$B_t = V_t - c_t(V_t, T, N)$$

[3]

# I. VALORACIÓ D'ACCIONS ORDINÀRIES I BONS DE CUPÓ ZERO



- En la relació de paritat descrita podem observar que:
- Hi ha una posició llarga en l'actiu primari (compra).
  - Hi ha una posició curta en l'opció de compra o *CALL* (venda).



TEMA

3

# I. VALORACIÓ D'ACCIONS ORDINÀRIES I BONS DE CUPÓ ZERO

– Postura simplista:

- No hi ha un repartiment de dividends.
- Només hi ha un tipus de deute i una única data de venciment.



podem tractar les accions i el deute com a opcions de tipus europeu i fer servir la relació de paritat *CALL-PUT*<sup>1</sup>:

$$S_t = c_t(V_t, T, N) = V_t + p_t(V_t, T, N) - N \cdot e^{-rf \cdot T} \quad [4]$$

–  $S_t = V_t - B_t$  és el valor del deute sense risc (obligacions). També podem expressar-ho de la forma següent:

$$B_t = N \cdot e^{-rf \cdot T} - p_t(V_t, T, N) \quad [5]$$

– L'equació [5] ens indica el valor del deute (amb risc) com la diferència entre el nominal descomptat a la taxa lliure de risc i el preu d'una opció de venda (*PUT*) sobre el valor de mercat de l'empresa,  $V$ .

<sup>1</sup> Recordeu que la relació de paritat *CALL-PUT* descrita en el tema 2 és:  $c_t = S_t + p_t - E \cdot e^{-r_f \cdot T}$

# I. VALORACIÓ D'ACCIONS ORDINÀRIES I BONS DE CUPÓ ZERO

– D'altra banda, el valor del deute lliure de risc podem expressar-lo així:

$$N \cdot e^{-rf \cdot T} = B_t + p_t(V_t, T, N) \quad [6]$$

– Podem trobar dos plantejaments alternatius per expressar el valor dels drets de les inversions de l'empresa:

	Opcions de compra <i>CALL</i>	Opcions de venda <i>PUT</i>
<b>Accions (<math>S_t</math>)</b>	$c_t(V_t, T, N)$  <i>Accionistes</i> → <b>posseïdors d'una CALL</b> sobre l'empresa (s'amortitza el deute). Si no és així, l'empresa quedarà en mans dels bonistes.	$V_t + p_t(V_t, T, N) - N \cdot e^{-rf \cdot T}$  <i>Accionistes</i> → posseïdors de l'empresa i <b>compradors d'una PUT</b> sobre aquesta. L'exercici de l'opció implica que els bonistes són els amos de l'empresa.
<b>Bons (<math>B_t</math>)</b>	$V_t - c_t(V_t, T, N)$  <i>Bonistes</i> → posseïdors de l'empresa, ja que compraren els bons i, al mateix temps, van <b>emetre una CALL</b> sobre aquesta.	$N \cdot e^{-rf \cdot T} - p_t(V_t, T, N)$  <i>Bonistes</i> → posseïdors dels bons i, consegüentment, <b>emissors d'una PUT</b> sobre el valor de l'empresa.





## II. OPCIONS D'ABANDONAR I DE CREIXEMENT

- En segon lloc, cal trobar en  $t = 1$ , els valors de  $P_u$  i  $P_d$ , això és:

$$P_u = \frac{P_{uu} \cdot p + P_{ud} \cdot (1 - p)}{(1 + R_F)} ; \quad P_d = \frac{P_{du} \cdot p + P_{dd} \cdot (1 - p)}{(1 + R_F)}$$

- Finalment,  $\forall t$  (excepte T), calculem el valor de  $P_0$ , amb l'aplicació del criteri següent:

si  $\uparrow$  preu:  $\text{màx. \{benefici brut si s'exerceix ara mateix, } P_u \} = \text{màx. \{E-S}_u, P_u \}$

si  $\downarrow$  preu:  $\text{màx. \{benefici brut si s'exerceix ara mateix, } P_d \} = \text{màx. \{E-S}_d, P_d \}$

– En definitiva:

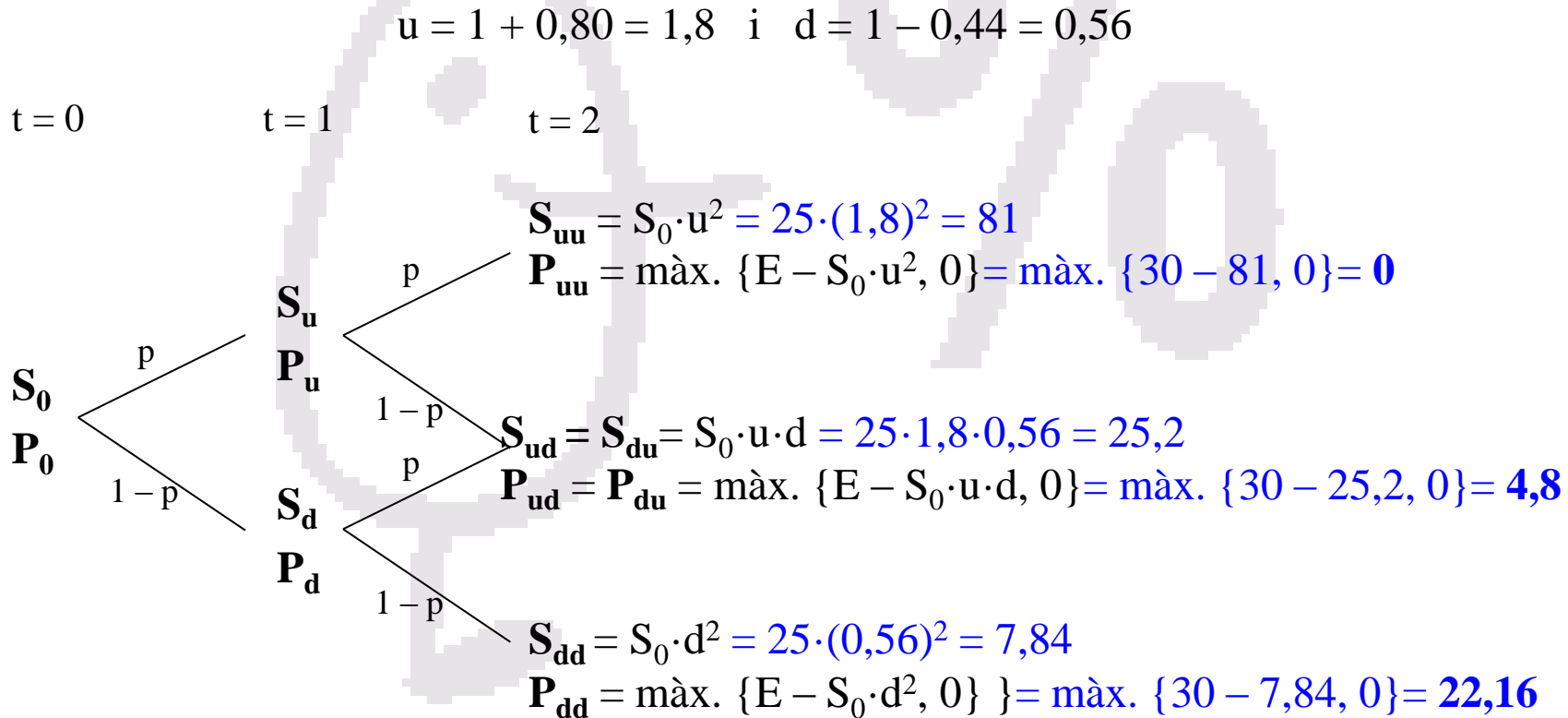
- Valor de l'opció en els nodes finals = valor per a una opció europea.
- Valor de l'opció en els nodes NO finals = valor per a una opció americana.



oportunitat d'exercir l'opció (*in the money*) o  
mantenir-la fins a la pròxima data d'exercici en què  
es plantejarà novament la mateixa situació decisional.

# II. OPCIONS D'ABANDONAR I DE CREIXEMENT

**EXEMPLE 1:** suposem que el preu d'una acció X és actualment de 25 €. Sabem que, equiprobablement, el seu preu pot pujar un 80% o pot baixar un 44% al llarg de cadascun dels dos pròxims períodes de tres mesos. Si el tipus d'interès lliure de risc és del 46,41% anual en temps discret, quin serà el valor d'una opció de compra de tipus americà sobre l'acció X a 6 mesos amb un preu d'exercici de 30 €?



## II. OPCIONS D'ABANDONAR I DE CREIXEMENT

Seguidament, calculem els valor dels nodes en  $t = 1$  i decidim si exercim l'opció o no, però calculem prèviament el  $R_F$  trimestral i, després, els valors de  $p$  i  $(1 - p)$ :

$$\cdot R_F(\text{trimestral}) \rightarrow 1 + R_F = (1 + R^{(4)})^4 \rightarrow R^{(4)} = i^{(4)} = (1,4641)^{1/4} - 1 = 0,10$$

$$\cdot p = \frac{[(1 + R_F) - d]}{(u - d)} = \frac{[(1 + 0,10) - 0,56]}{(1,8 - 0,56)} = 0,435$$

$$\cdot (1 - p) = 1 - 0,435 = 0,565$$

Els valors per a  $P_u$  i  $P_d$ , abans de decidir si exercim o no l'opció:

$$P_u = \frac{P_{uu} \cdot p + P_{ud} \cdot (1 - p)}{(1 + R_F)} = \frac{0 \cdot 0,435 + 4,8 \cdot 0,565}{(1 + 0,10)} = 2,4655$$

$$P_d = \frac{P_{du} \cdot p + P_{dd} \cdot (1 - p)}{(1 + R_F)} = \frac{4,8 \cdot 0,435 + 22,16 \cdot 0,565}{(1 + 0,10)} = 13,2804$$

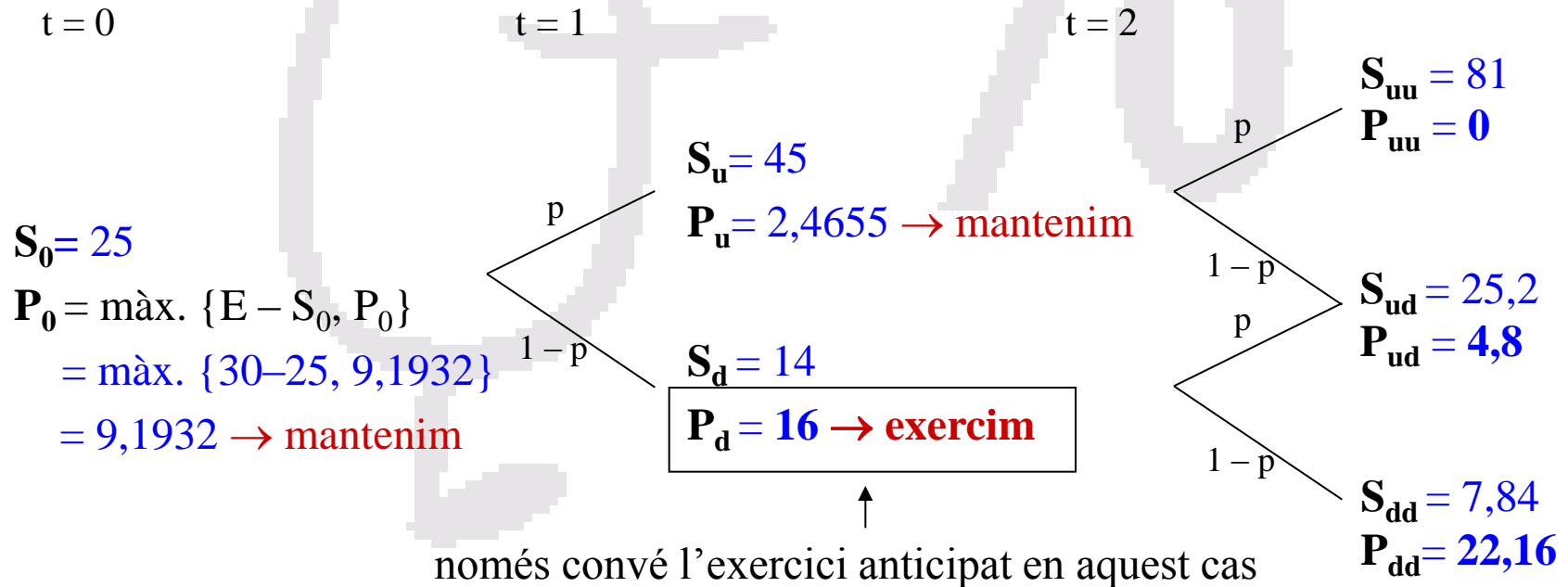


# II. OPCIONS D'ABANDONAR I DE CREIXEMENT

Què ocorre en  $t = 0$ ? Hi apliquem la fórmula habitual:

$$C_0 = \frac{C_u \cdot p + C_d \cdot (1 - p)}{(1 + R_F)} = \frac{2,4655 \cdot 0,435 + 16 \cdot 0,565}{(1 + 0,10)} = 9,1932$$

i hi apliquem:  $\text{màx. \{benefici brut si s'exerceix en aquest moment, } P_0\} = \text{màx. \{E-S}_0, P_0\}$ :



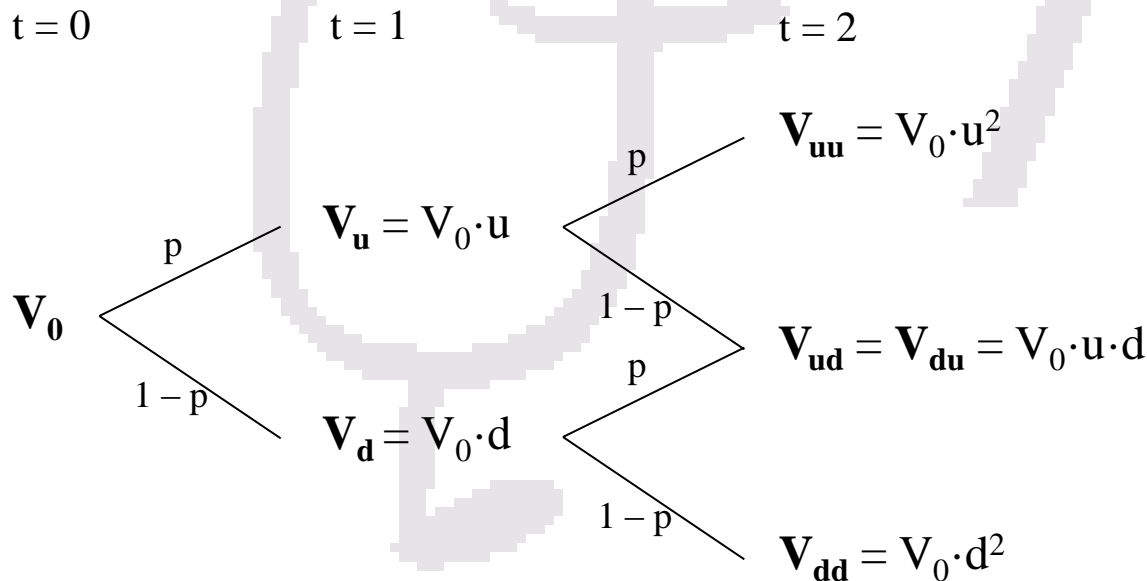
T  
E  
M  
A

3

- Flexibilitat → possibilitat d'abandonar un projecte d'inversió, abans del seu venciment, quan es produísca un estat desfavorable.
- Opció d'abandonar ≡ tancar un negoci implica liquidar-ne els actius.

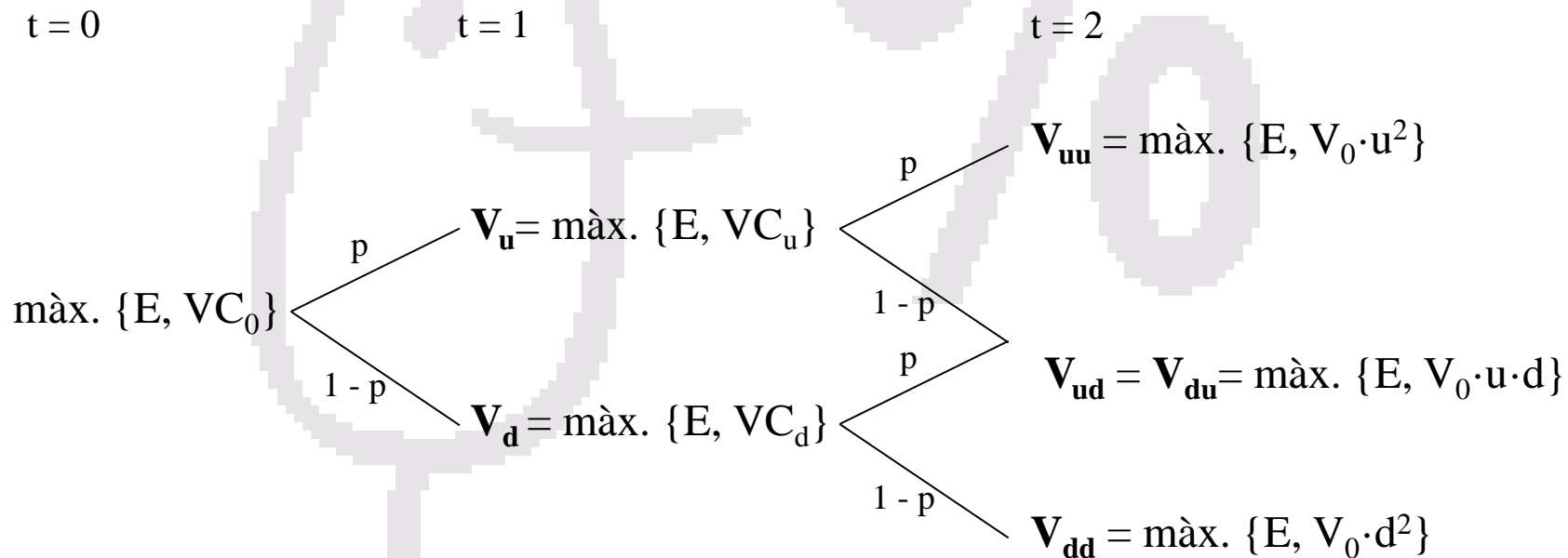
→ opció de venda (*PUT*) de tipus americà

- El valor actual del *projecte d'inversió sense flexibilitat* → procediment habitual.



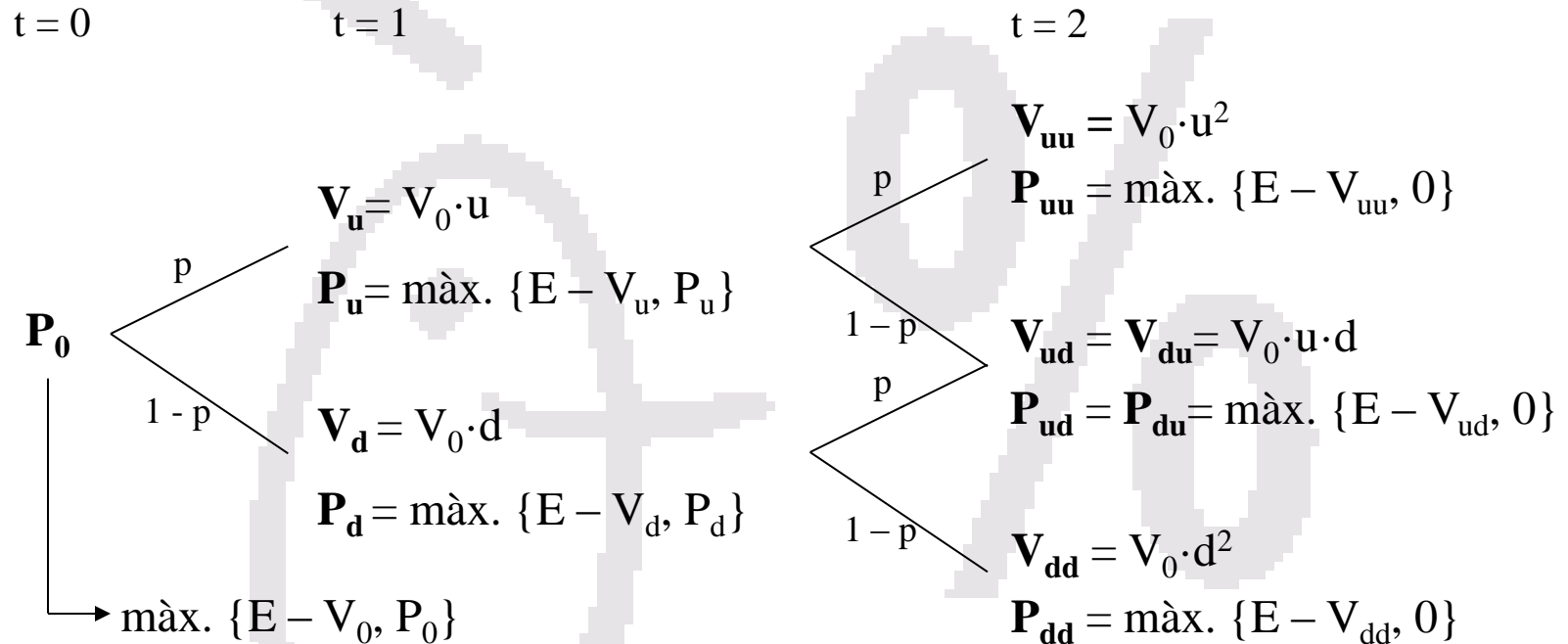
# III. OPCIO D'ABANDONAR

- El valor actual del *projecte d'inversió amb flexibilitat*: en cada node podem decidir si convé abandonar o continuar amb el projecte:
  - Si decidim abandonar-lo → s'obté el valor E com a valor residual o de salvament.
  - Si decidim continuar-lo → el valor que hi queda és el de continuació, VC.



# III. OPCIÓ D'ABANDONAR

- Finalment, el **valor de l'opció d'abandonar**  $\equiv$  opció de venda o *PUT* americana serà:



si en  $t = 2$  per a  $P_{uu} = \max. \{E - V_{uu}, 0\}$ , tenim que  $(E - V_{uu}) > 0 \rightarrow$  abandonem  
 si en  $t = 2$  per a  $P_{uu} = \max. \{E - V_{uu}, 0\}$ , tenim que  $(E - V_{uu}) < 0 \rightarrow$  mantenim  
 si en  $t = 1$  per a  $P_u = \max. \{E - V_u, P_u\}$ , tenim que  $(E - V_u) > 0 \rightarrow$  abandonem  
 si en  $t = 1$  per a  $P_u = \max. \{E - V_u, P_u\}$ , tenim que  $(E - V_u) < 0 \rightarrow$  mantenim



# III. OPCIO D'ABANDONAR

A partir del node  $t = 1$  fins al  $t = 0$ , el criteri de selecció serà sempre:

màx. {exercir l'opció, mantenir l'opció}

Per realitzar aquesta comparativa necessitarem prèviament els valors per a  $P_u$  i  $P_d$ :

$$P_u = \frac{P_{uu} \cdot p + P_{ud} \cdot (1 - p)}{(1 + R_F)} ; \quad P_d = \frac{P_{du} \cdot p + P_{dd} \cdot (1 - p)}{(1 + R_F)}$$

Seguidament, el valor de  $P_0$ , com sempre, serà:

$$P_0 = \frac{P_u \cdot p + P_d \cdot (1 - p)}{(1 + R_F)}$$

– Per tant, el **valor del projecte amb flexibilitat** serà:

$$\left[ \begin{array}{c} \text{valor del projecte} \\ \text{amb flexibilitat} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{c} \text{valor del projecte} \\ \text{sense flexibilitat} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{c} \text{valor de l'opció} \\ \text{d'abandonar} \end{array} \right]$$

–valor ampliat–

–valor tradicional–

# III. OPCIÓ D'ABANDONAR

**EXEMPLE 2:** siga un projecte d'inversió real el termini d'execució del qual és superior a 1 any, i el valor actual del qual *sense flexibilitat* és  $V_0=1.000$  €; durant cada un dels dos pròxims períodes semestrals aquest valor pot bé augmentar un 8% amb una probabilitat del 80,3%, o bé disminuir un 7,4% amb una probabilitat del 19,7%. El valor d'abandonar el projecte és 875 € ( $\equiv E$ ) en qualsevol moment. No hi ha pagament de dividend durant l'any següent. El tipus d'interès anual lliure de risc és 6% en temps continu. Indiqueu en quines circumstàncies seria, si és el cas, aconsellable abandonar el projecte.

càlculs previs:

augment (8%)  $\rightarrow u = 1 + \Delta = 1 + 0,08 = 1,08 \rightarrow u > 1$

disminució (7,4%)  $\rightarrow d = 1 - \delta = 1 - 0,074 = 0,9259 \rightarrow d < 1$

$r_f = \ln(1 + R_F) \rightarrow e^{r_f} - 1 = R_F \rightarrow R_F$  (anual) = 6,18365%

$R_F$  (semestral)  $\rightarrow 1 + R_F = (1 + R^{(2)})^2 \rightarrow R^{(2)} = (1,0618365)^{1/2} - 1 = 0,03045 \approx 3,045\%$

$$p = \frac{\left[ (1 + R_F^{\text{semestral}}) - d \right]}{(u - d)} = \frac{\left[ (1 + 0,03045) - 0,9259 \right]}{(1,08 - 0,9259)} = 0,6783$$

$$(1 - p) = 0,3217$$

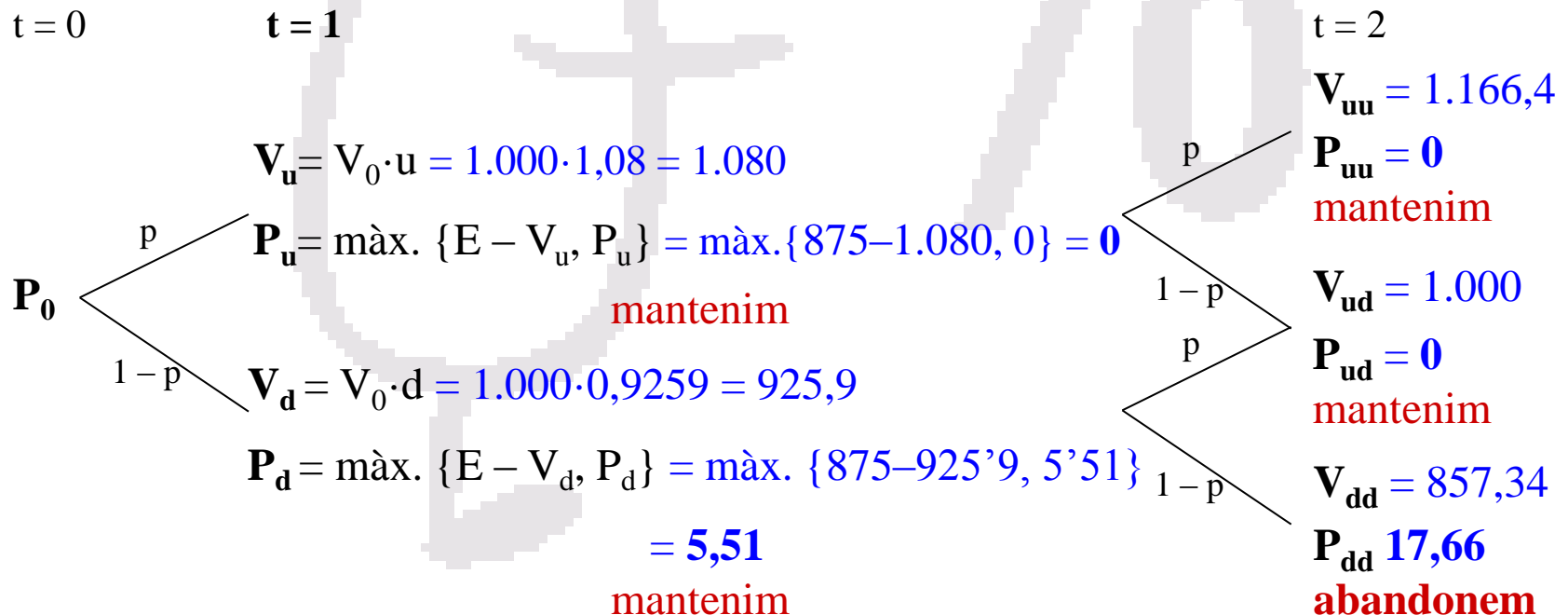


# III. OPCIÓ D'ABANDONAR

- càlculs per a  $t = 1 \rightarrow$  procediment ajustat a les *PUT* americanes.
- hem de calcular-ne prèviament el valor de les opcions en el node de  $t = 1$ :

$$P_u = \frac{P_{uu} \cdot p + P_{ud} \cdot (1 - p)}{(1 + R_F)} = \frac{0 \cdot 0,6783 + 0 \cdot 0,3217}{(1,03045)} = 0$$

$$P_d = \frac{P_{du} \cdot p + P_{dd} \cdot (1 - p)}{(1 + R_F)} = \frac{0 \cdot 0,6783 + 17,66 \cdot 0,3217}{(1,03045)} = 5,51$$



# III. OPCIÓ D'ABANDONAR

- càlculs per a  $t = 0 \rightarrow$  procediment ajustat a les *PUT* americanes.
- hem de calcular-ne prèviament el valor de les opcions en el node de  $t = 0$ :

$$P_0 = \frac{P_u \cdot p + P_d \cdot (1 - p)}{(1 + R_F)} = \frac{0 \cdot 0,6783 + 5,51 \cdot 0,3217}{(1,03045)} = 1,72$$

$t = 0$

$$V_0 = 1.000$$

$$P_0 = \max. \{E - V_0, P_0\}$$

$$= \max. \{875 - 1.000, 1,72\}$$

$$= 1,72$$

**mantenim**

$t = 1$

$$V_u = 1.080$$

$$P_u = 0$$

**mantenim**

$$V_d = 925,9$$

$$P_d = 5,51$$

**mantenim**

$t = 2$

$$V_{uu} = 1.166,4$$

$$P_{uu} = 0$$

**mantenim**

$$V_{ud} = 1.000$$

$$P_{ud} = 0$$

**mantenim**

$$V_{dd} = 857,34$$

$$P_{dd} = 17,66$$

**abandonem**

T  
E  
M  
A

3

# III. OPCIÓ D'ABANDONAR

– Per tant, el **valor del projecte amb flexibilitat** serà:

$$\left[ \begin{array}{l} \text{valor del projecte} \\ \text{amb flexibilitat} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{l} \text{valor del projecte} \\ \text{sense flexibilitat} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{l} \text{valor de l'opció} \\ \text{d'abandonar} \end{array} \right]$$

$$\left[ \begin{array}{l} \text{valor del projecte} \\ \text{amb flexibilitat} \end{array} \right] = 1.000 + 1,72 = \mathbf{1.001,72 \text{ €}}$$

$$VAN_{\text{PROJECTE AMB FLEXIBILITAT}} = -D_0 + \left[ \begin{array}{l} \text{valor del projecte} \\ \text{amb flexibilitat} \end{array} \right] = \begin{cases} > 0 \\ \leq 0 \end{cases}$$

$\left\{ \begin{array}{l} > 0 \rightarrow \text{CONVÉ ESCOMETRE EL PROJECTE} \end{array} \right.$

$\left\{ \begin{array}{l} \leq 0 \rightarrow \text{NO CONVÉ ESCOMETRE EL PROJECTE} \end{array} \right.$

- Dret a incrementar la capacitat instal·lada en l'empresa.
- Tractament → opció de compra ( $CALL \equiv C_0$ ):

$C_0 \equiv$  import de la inversió addicional.

- El preu del subjacent → el projecte que resulte d'exercir l'opció d'ampliació.
- $\forall t$ , hem de decidir entre les alternatives:
  - (1) mantenir el nivell inicial amb la possibilitat d'expandir la capacitat productiva més endavant.
  - (2) realitzar la inversió addicional en aquest moment.

Per tant, el resultat serà:

*màx. {valor continuació escala inicial, valor continuació escala ampliada – E}*

- Necessitarem conèixer el valor del projecte amb i sense flexibilitat, així que l'arbre de la diferència ens proporcionarà el valor que busquem.

# IV. OPCIO DE CREIXEMENT

**EXEMPLE 3:** determineu (a) el valor de l'opció d'ampliar l'escala d'operacions, (b) el valor del projecte amb possibilitat d'expansió o creixement i (c) el VAN del projecte amb possibilitat d'expansió o de creixement, a partir de la informació següent:

- $V_0 = 1.000 \text{ €}$ .
- El valor del projecte segueix, al llarg del temps, un model binomial, en què el multiplicador és  $u = 1,06184$  ( $u > 1$ ) i  $d = 0,941761$  ( $d < 1$ ), cada trimestre.
- El projecte pot ampliar-se en un 10% de la seua escala i cessarà aquesta possibilitat dins de mig any. En el supòsit d'ampliar-se la capacitat productiva, serà necessari efectuar un desemborsament addicional de  $100 \text{ €}$  ( $\equiv E$ ).
- Tipus d'interès lliure de risc compost continu del 6%.

Càlculs previs:

$$r_f = \ln(1+R_F) \rightarrow e^{r_f} - 1 = R_F \rightarrow R_F(\text{anual}) = 6,18365\%$$

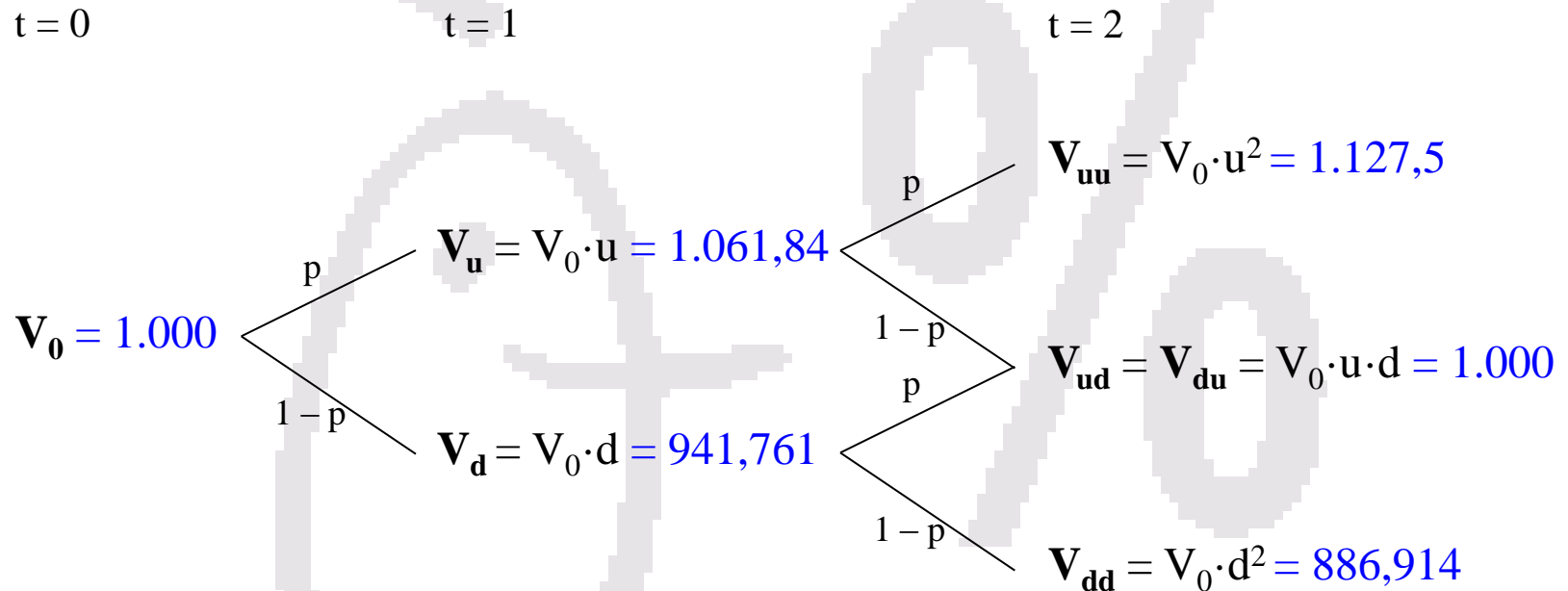
$$R_F(\text{trimestral}) \rightarrow 1+R_F = (1+R^{(4)})^4 \rightarrow R^{(4)} = (1,0618365)^{1/4} - 1 = 0,015113065 \approx 1,511\%$$

$$p = \frac{\left[ (1+R_F^{\text{trimestral}}) - d \right]}{(u - d)} = \frac{\left[ (1+0,01511) - 0,941761 \right]}{(1,06184 - 0,941761)} = 0,610864 ; \quad (1 - p) = 0,389136$$



# IV. OPCIÓ DE CREIXEMENT

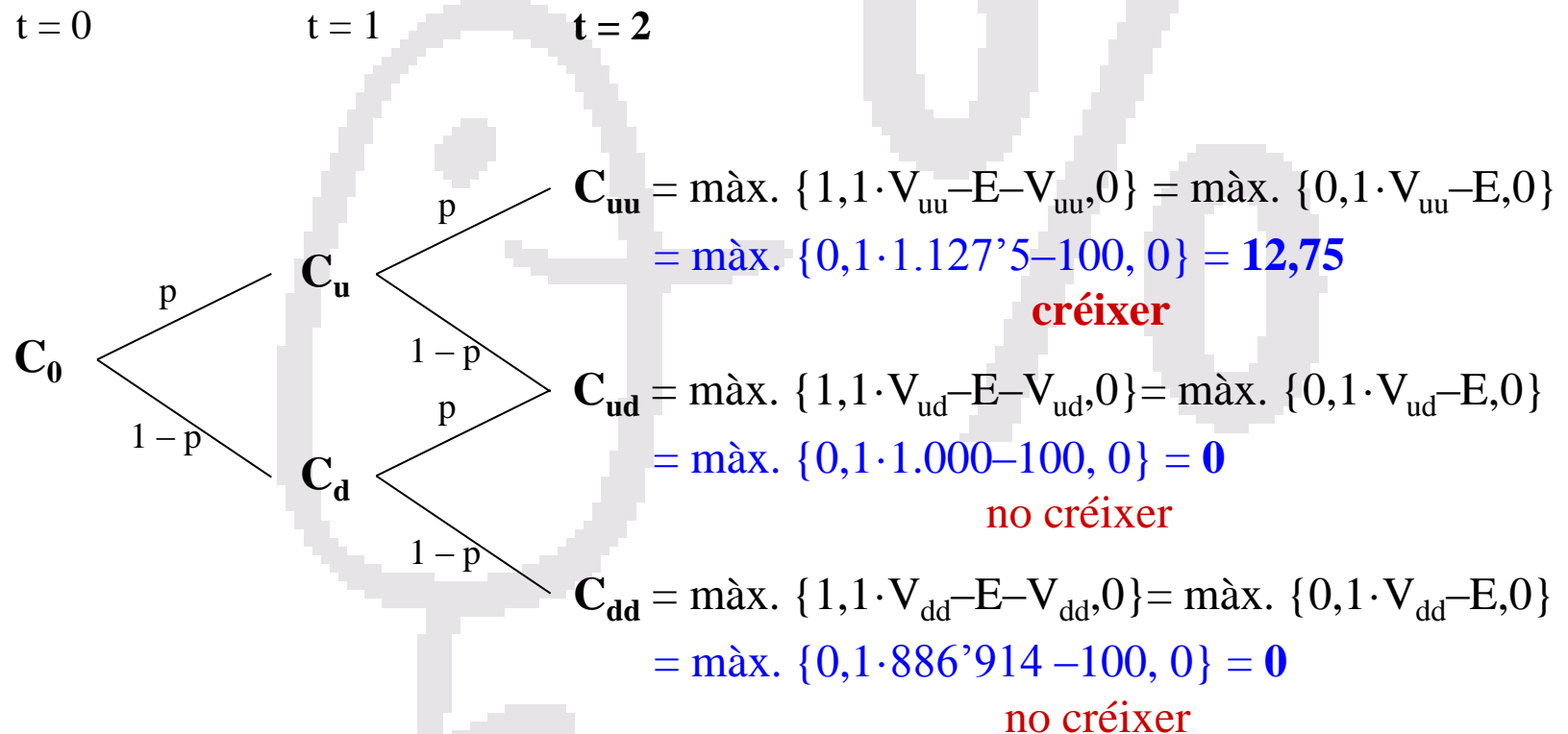
– Evolució del projecte inicial (*projecte sense flexibilitat*):



# IV. OPCIÓ DE CREIXEMENT

– El valor de l'opció de créixer serà:

- càlculs per a  $t = 2$  → el mateix procediment que les *CALL* europees.



TEMA

3

# IV. OPCIÓ DE CREIXEMENT

- càlculs per a  $t = 1 \rightarrow$  procediment ajustat a les *CALL* americanes.
- hem de calcular prèviament el valor de les opcions en el node de  $t = 1$ :

**T  
E  
M  
A**

**3**

$C_u = \text{màx.}$  {

mantenir la possibilitat de créixer  $= \frac{C_{uu} \cdot p + C_{ud} \cdot (1 - p)}{(1 + R_F)} = \frac{12,75 \cdot 0,610864 + 0 \cdot 0,389136}{(1,015113065)} = 7,67$

créixer ja  $\Delta \text{Rtats.} = 0,1 \cdot V_u - E = (0,1 \cdot 1.061,84) - 100 = 6,18$

$C_d = \text{màx.}$  {

mantenir la possibilitat de créixer  $= \frac{C_{du} \cdot p + C_{dd} \cdot (1 - p)}{(1 + R_F)} = \frac{0 \cdot 0,610864 + 0 \cdot 0,389136}{(1,015113065)} = 0$

créixer ja  $\Delta \text{Rtats.} = 0,1 \cdot V_d - E = (0,1 \cdot 941,761) - 100 = -5,82$

# IV. OPCIO DE CREIXEMENT

- càlculs per a  $t = 0 \rightarrow$  procediment ajustat a les *CALL* americanes.
- hem de calcular prèviament el valor de l'opció en el node de  $t = 0$ :

$$C_0 = \text{Màx} \left\{ \begin{array}{l} \text{mantenir la possibilitat de créixer} \\ \text{créixer ja} \end{array} \right.$$

$$= \frac{C_u \cdot p + C_d \cdot (1 - p)}{(1 + R_F)} = \frac{7.67 \cdot 0,610864 + 0 \cdot 0,389136}{(1,015113065)} = 4,615$$

$$= 0,1 \cdot V_0 - E = (0,1 \cdot 1.000) - 100 = 0$$

$t = 0$

$t = 1$

$t = 2$

$C_0 = 4,615$

mantenir l'opció

$p$

$C_u = 7,67$

mantenir l'opció

$1 - p$

$C_d = 0$

mantenir l'opció

$p$

$C_{uu} = 12,75$

créixer

$1 - p$

$p$

$C_{ud} = 0$

no créixer

$1 - p$

$C_{dd} = 0$

no créixer

TEMA

3

# IV. OPCIÓ DE CREIXEMENT

– Per tant, el **valor del projecte amb flexibilitat** serà:

$$\left[ \begin{array}{l} \text{valor del projecte} \\ \text{amb flexibilitat} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{l} \text{valor del projecte} \\ \text{sense flexibilitat} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{l} \text{valor de l'opció} \\ \text{de creixement} \end{array} \right]$$

$$\left[ \begin{array}{l} \text{valor del projecte} \\ \text{amb flexibilitat} \end{array} \right] = 1.000 + 4,615 = \mathbf{1.004,615 \text{ €}}$$

$$VAN_{\text{PROJECTE SENSE FLEXIBILITAT}} = -D_0 + \left[ \begin{array}{l} \text{valor del projecte} \\ \text{sense flexibilitat} \end{array} \right] = \begin{cases} > 0 \\ \leq 0 \end{cases}$$

$$VAN_{\text{PROJECTE AMB FLEXIBILITAT}} = -D_0 + \left[ \begin{array}{l} \text{valor del projecte} \\ \text{amb flexibilitat} \end{array} \right] = \begin{cases} > 0 \\ \leq 0 \end{cases}$$

# IV. OPCIÓ DE CREIXEMENT

– Evolució del projecte inicial (*projecte amb flexibilitat*), per a  $t = 2$ :

$V_{uu(CF)} = \text{màx.}$	continuar escala inicial	$= V_{uu} = 1.127,5$
	créixer	$= 1,1 \cdot V_{uu} - E = (0,1 \cdot 1.127,5) - 100 = \mathbf{1.140,25}$
$V_{du(CF)} = \text{màx.}$	continuar escala inicial	$= V_{ud} = \mathbf{1.000}$
	créixer	$= 1,1 \cdot V_{ud} - E = (0,1 \cdot 1.000) - 100 = 0$
$V_{dd(CF)} = \text{màx.}$	continuar escala inicial	$= V_{dd} = \mathbf{886,914}$
	créixer	$= 1,1 \cdot V_{dd} - E = (0,1 \cdot 886,914) - 100 = 875,605$

# IV. OPCIÓ DE CREIXEMENT

– Evolució del projecte per a  $t = 1$ :

$$\begin{array}{l} V_{u(CF)} = \text{màx.} \left\{ \begin{array}{l} \text{continuar} \\ \text{escala} \\ \text{inicial} \end{array} \right. = \frac{1.140,25 \cdot 0,610864 + 1.000 \cdot 0,389136}{(1,015113065)} = \mathbf{1.069,51} \\ \\ \text{créixer} = 1,1 \cdot V_u - E = (0,1 \cdot 1.061,84) - 100 = 1.068,24 \\ \\ V_{d(CF)} = \text{màx.} \left\{ \begin{array}{l} \text{continuar} \\ \text{escala} \\ \text{inicial} \end{array} \right. = \frac{1.000,25 \cdot 0,610864 + 886,94 \cdot 0,389136}{(1,015113065)} = \mathbf{941,7} \\ \\ \text{créixer} = 1,1 \cdot V_d - E = (0,1 \cdot 941,761) - 100 = 935,76 \\ \\ V_{0(CF)} = \text{màx.} \left\{ \begin{array}{l} \text{continuar} \\ \text{escala} \\ \text{inicial} \end{array} \right. = \frac{1.069,51 \cdot 0,610864 + 941,7 \cdot 0,389136}{(1,015113065)} = \mathbf{1004,61} \\ \\ \text{créixer} = 1,1 \cdot V_0 - E = (0,1 \cdot 1.000) - 100 = 1.000 \end{array}$$

# IV. OPCIÓ DE CREIXEMENT

– Finalment, l'arbre binomial que valora el projecte amb flexibilitat quedarà així:

