

CENTRALE  
L Y O N

# Génie Logiciel : COCOMO

Constructive Cost Model

BTD/GL/GP 1

CENTRALE  
L Y O N

## Contexte

Travail mené par Barry BOEHM :

1. Approche statistique basée sur un ensemble significatif de projets réels
2. Contexte militaire avec obligation de collecter toutes les informations utiles
3. Elaboration de courbes puis recherche de formules analytiques caractéristiques

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

BTD/GL/GP 2

CENTRALE  
L Y O N

## Structure de référence

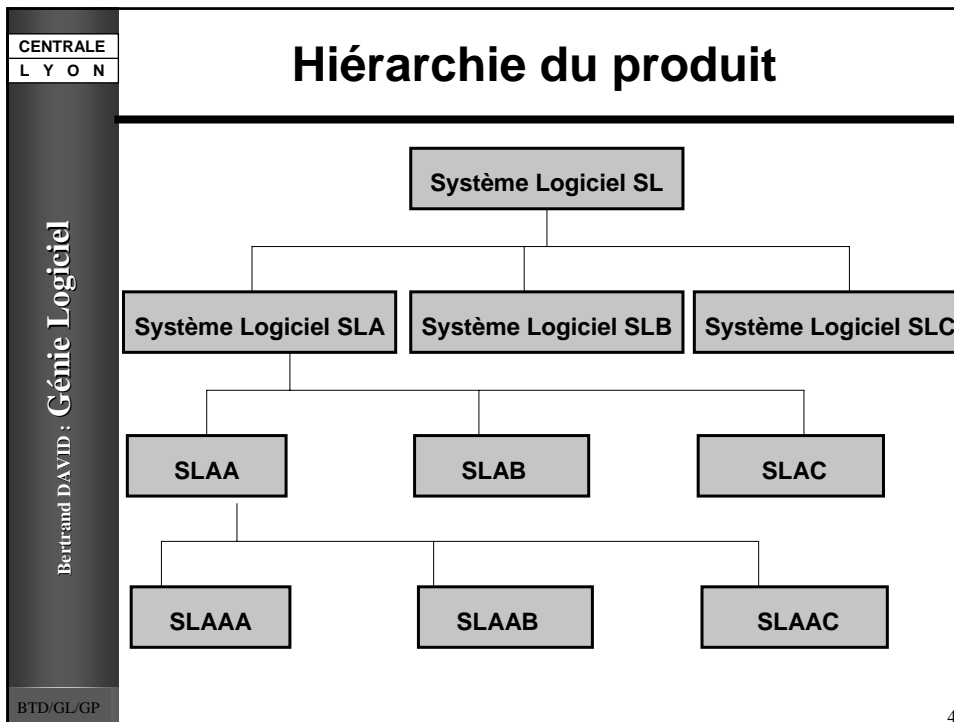
**Organisation basée sur deux structures et leur superposition**

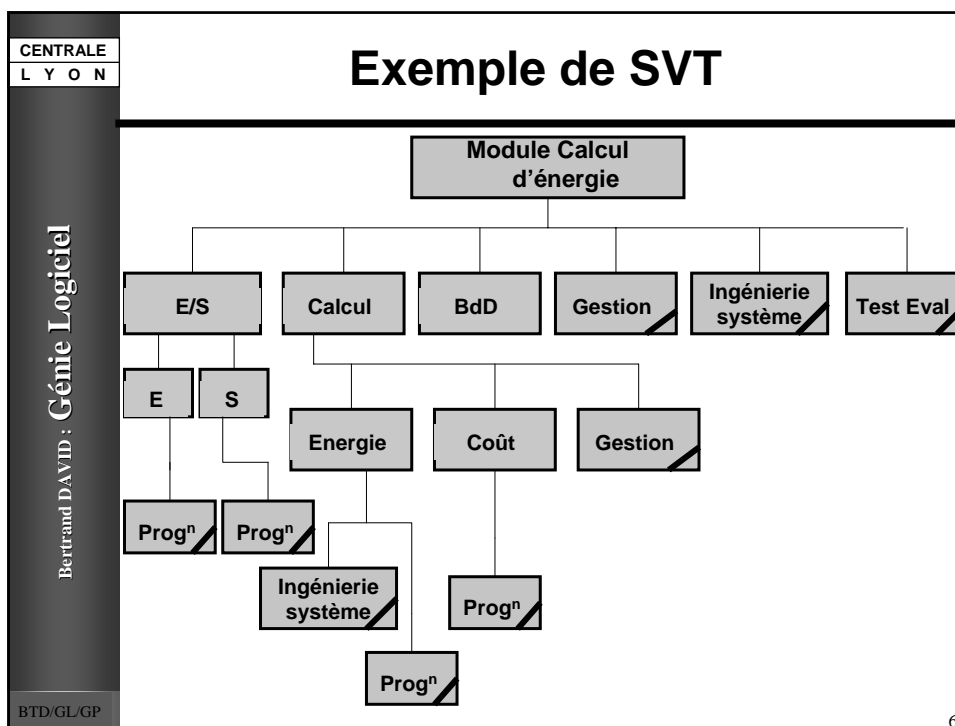
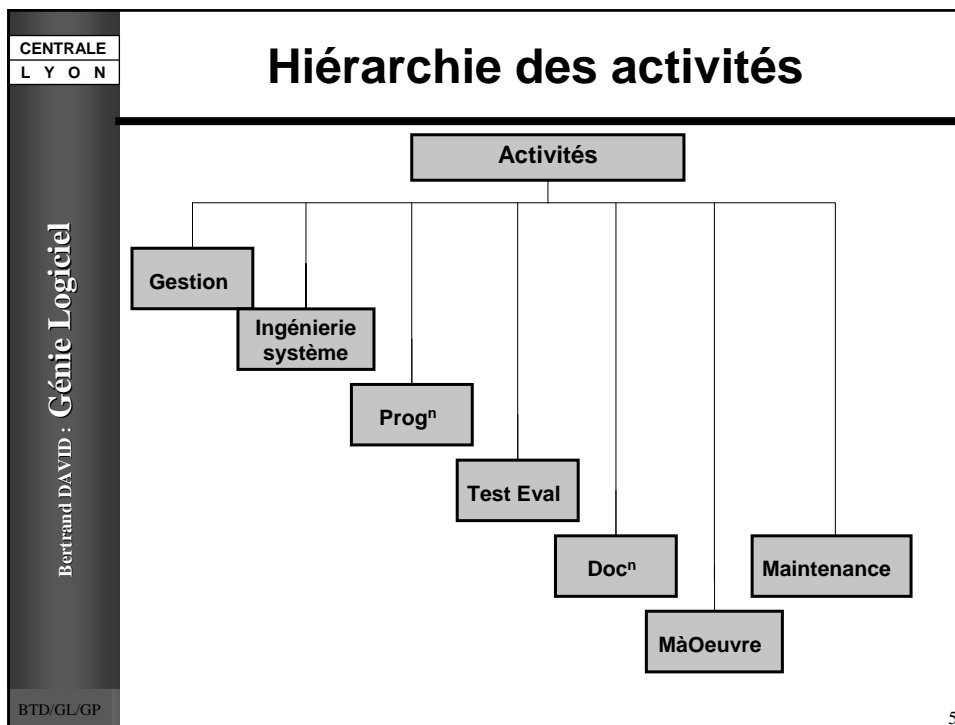
- **Hierarchie du produit** : montre comment des composants du logiciel constituent le système complexe
  - Système
  - Sous-systèmes
  - Modules
  - Procédures
  - Fonctions
- **Hierarchie des activités** : montre différentes activités nécessaires pour la production du logiciel
- Structure de ventilation des travaux (SVT)

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

BTD/GL/GP

3





CENTRALE  
L Y O N

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

## Activité : Gestion

- **Gestion**
  - Gestion Coût – Planning - Performance
  - Gestion de Contrat
  - Gestion de sous-traitance
  - Gestion interface client
  - Gestion Société
  - Gestion Revues et Audits

BTD/GL/GP

7

CENTRALE  
L Y O N

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

## Activité : Ingénierie Système

- **Ingénierie Système**
  - **Besoins**
    - (Elaboration, validation, revue, outils)
    - MAJ
  - **Conception**
    - Conception, Vérification & Validation, revue, outils, MAJ
  - **Gestion de configuration**
    - Bibliothèque de programmes
  - **Gestion d'accaptation**
  - **Contrôle qualité**
    - Standards
  - (Etude de faisabilité)

BTD/GL/GP

8

CENTRALE  
L Y O N

## Activité : Programmation

- **Programmation**
  - Conception détaillée
  - Codage et test unitaire
  - Intégration

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

BTD/GL/GP

9

CENTRALE  
L Y O N

## Activité : Test & Evaluation

- **Test & Evaluation**
  - **Test du produit**
    - Planning, Procédure, Test, Rapport
  - **Test d'acceptation**
    - Planning, Procédure, Test, Rapport
  - **Support de test**
    - Supports, Outils, Données

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

BTD/GL/GP

10

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| CENTRALE<br>L Y O N             | <h2>Activité : Documentation</h2>  |
| Bertrand DAVID : Génie Logiciel | <ul style="list-style-type: none"><li>● <b>Documentation</b><ul style="list-style-type: none"><li>→ <b>Manuels</b></li></ul></li></ul> |
| BTD/GL/GP                       | 11   |

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| CENTRALE<br>L Y O N             | <h2>Activité : Mise en oeuvre</h2>  |
| Bertrand DAVID : Génie Logiciel | <ul style="list-style-type: none"><li>● <b>Mise en oeuvre</b><ul style="list-style-type: none"><li>→ <b>Installation</b><ul style="list-style-type: none"><li>➢ Planning, Procédure, test, Rapport</li></ul></li><li>→ <b>Conversion</b><ul style="list-style-type: none"><li>➢ Planning, Activités (Programmes, BD, Doc), Test, Rapport</li></ul></li><li>→ <b>Formation</b></li></ul></li></ul> |
| BTD/GL/GP                       | 12  |

CENTRALE  
L Y O N

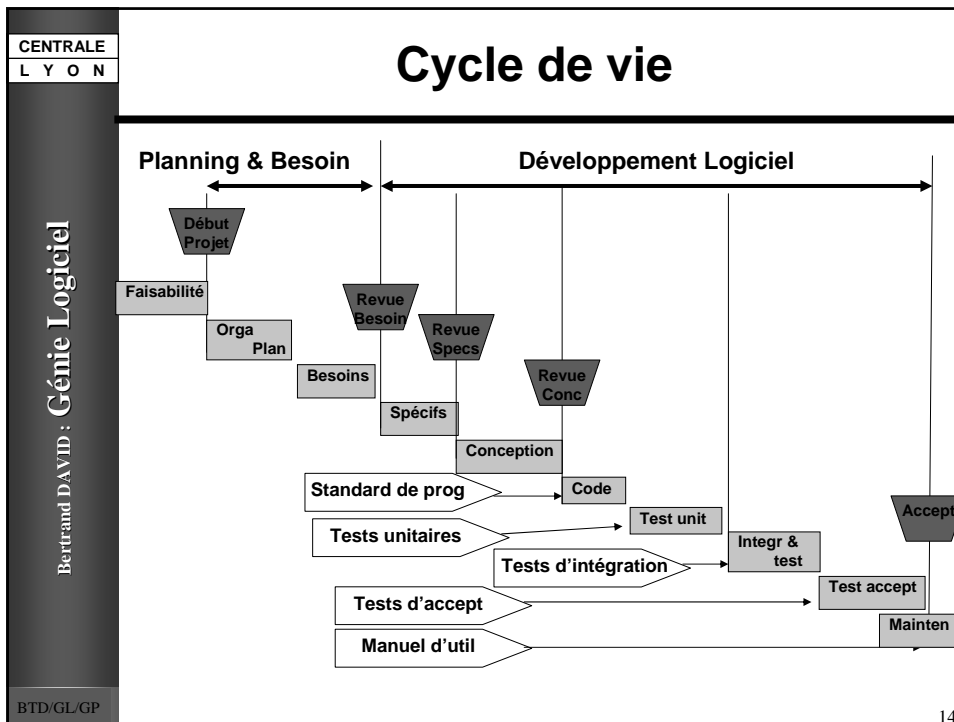
## Activité : Maintenance

- Maintenance
  - MAJ
  - Maintenance corrective
  - Maintenance adaptative
  - Maintenance perfective
  - Administration de la Base de Données

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

BTD/GL/GP

13



CENTRALE  
L Y O N

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

## Modèle constructif de coût (1)

- **Modèle de base :**
  - Effort en Homme – Mois (HM)
  - Volume de travail en KISL (Milliers d'Instructions Sources Livrées)
  - Durée : Temps de développement en mois (TDEV)
  - Premières formules :
$$HM = 2,4 * KISL^{1,05}$$
$$TDEV = 2,5 * HM^{0,38}$$

BTD/GL/GP

15

CENTRALE  
L Y O N

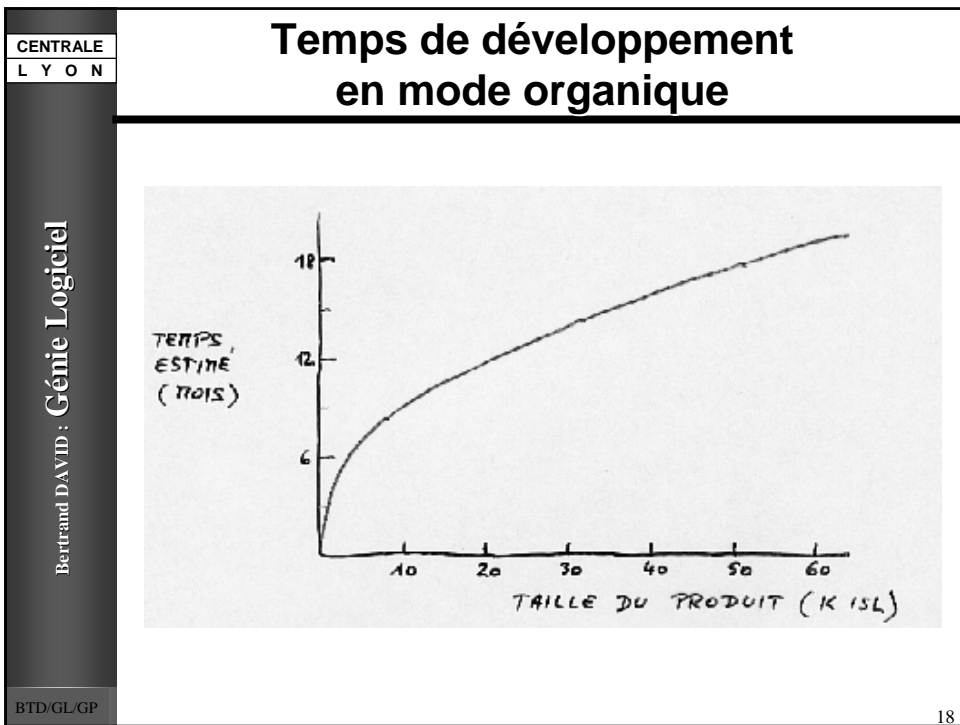
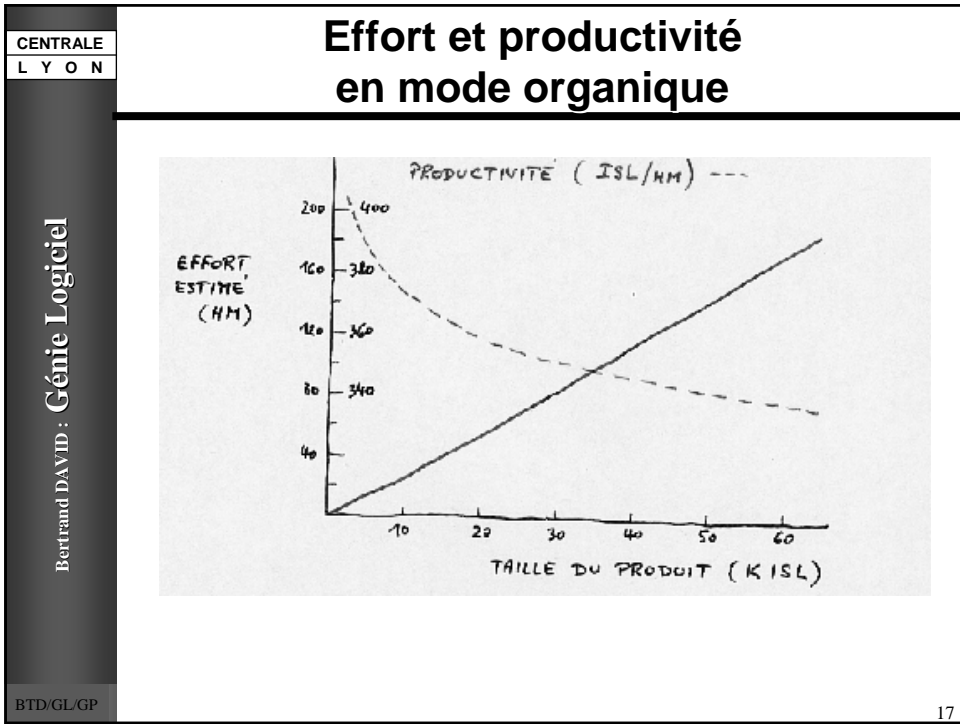
Bertrand DAVID : Génie Logiciel

## Modèle constructif de coût (2)

- **Remarques :**
  - Première estimation peut être très approximative.
  - Définition « livré » : se retrouvant dans le code final
  - Instructions sources : pas des commentaires, mais des déclarations et instructions.
  - Estimation concerne les phases au-delà de l'identification du besoin, jusqu'au test d'acceptation, les autres phases sont estimées séparément.
  - Concerne toutes les activités de la SVT (structure de ventilation des travaux).
  - Intègre des personnes travaillant directement sur le projet (y compris gestionnaire du projet et gestionnaire des programmes, mais pas des opérateurs et secrétariat).
  - HM = 152 heures par mois (tenant compte des congés, absences, ...).

BTD/GL/GP

16



CENTRALE  
L Y O N

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

BTD/GL/GP

## Modèle constructif de coût : un exemple

- Exemple, pour un projet de 32 000 ISL (instructions source livrées) :
  - Effort HM :  $2,4 * (32)^{1,05} = 91$  Homme – Mois
  - Productivité :  $32\ 000\ ISL / 91\ HM = 352\ ISL/HM$
  - Durée TDEV =  $2,5 * (91)^{0,38} = 14$  mois
  - Moyenne du personnel 91 HM/ 14mois = 6,5 PPI
  - PPI : Personnel Plein-temps Informatique

BTD/GL/GP

19

CENTRALE  
L Y O N

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

BTD/GL/GP

## Modèle constructif de coût (5)

- Profil des projets
  - Petit projet                      2 000 ISL
  - Projet intermédiaire            8 000 ISL
  - Projet moyen                      32 000 ISL
  - Grand projet                      128 000 ISL
- Profil des projets en mode organique

| Taille      | Effort  | Productivité | Temps    | Personnel |
|-------------|---------|--------------|----------|-----------|
| PP 2 KISL   | 5 HM    | 400 ISL/HM   | 4,6 mois | 1,1 PPI   |
| PI 8 KISL   | 21,3 HM | 376 ISL/HM   | 8 mois   | 2,7 PPI   |
| PM 32 KISL  | 91 HM   | 352 ISL/HM   | 14 mois  | 6,5 PPI   |
| GP 128 KISL | 392 HM  | 327 ISL/HM   | 24 mois  | 16,0 PPI  |

BTD/GL/GP

20

| CENTRALE<br>L Y O N             |                 | <b>Distribution des phases<br/>en Mode organique</b> |           |            |             |
|---------------------------------|-----------------|--|-----------|------------|-------------|
| Bertrand DAVID : Génie Logiciel | Phase           | PP 2 KISL  | PI 8 KISL | PM 32 KISL | GP 128 KISL |
|                                 | EFFORT          |  |           |            |             |
|                                 | Planning        | 6 %  | 6 %       | 6 %        | 6 %         |
|                                 | Conception      | 16   | 16        | 16         | 16          |
|                                 | Programmation   | 68   | 65        | 62         | 59          |
|                                 | C. détaillée    | 26   | 25        | 24         | 23          |
|                                 | Code et test u. | 42   | 40        | 38         | 36          |
|                                 | Intégr & test   | 16   | 19        | 22         | 25          |
|                                 | Total           | 100 %  | 100 %     | 100 %      | 100 %       |
|                                 | DUREE           |  |           |            |             |
|                                 | Planning        | 10 %   | 11 %      | 12 %       | 13 %        |
|                                 | Conception      | 19   | 19        | 19         | 19          |
|                                 | Programmation   | 63   | 59        | 55         | 51          |
|                                 | Intégr & test   | 18   | 22        | 26         | 30          |
|                                 | Total           | 100 %  | 100 %     | 100 %      | 100 %       |
| BTD/GL/GP                       |                 | 21   |           |            |             |

| CENTRALE<br>L Y O N             |                 | <b>Profil de base des projets :<br/>Mode organique (1)</b> |           |            |             |
|---------------------------------|-----------------|--|-----------|------------|-------------|
| Bertrand DAVID : Génie Logiciel | Phase           | PP 2 KISL  | PI 8 KISL | PM 32 KISL | GP 128 KISL |
|                                 | EFFORT          |  |           |            |             |
|                                 | Planning        | 0,3  | 1,3       | 5          | 24          |
|                                 | Conception      | 0,8  | 3,4       | 15         | 63          |
|                                 | Programmation   | 3,4  | 13,8      | 56         | 231         |
|                                 | C. détaillée    | 1,3  | 5,3       | 22         | 90          |
|                                 | Code et test u. | 2,1  | 8,5       | 34         | 141         |
|                                 | Intégr & test   | 0,8  | 4,1       | 20         | 98          |
|                                 | Total           | 5,0  | 21,5      | 91         | 392         |
|                                 | DUREE           |  |           |            |             |
|                                 | Planning        | 0,5  | 0,9       | 1,7        | 3,1         |
|                                 | Conception      | 0,9  | 1,5       | 2,7        | 4,6         |
|                                 | Programmation   | 2,9  | 4,7       | 7,7        | 12,2        |
|                                 | Intégr & test   | 0,8  | 1,8       | 3,6        | 7,2         |
|                                 | Total           | 4,6  | 8,0       | 14         | 24          |
| BTD/GL/GP                       |                 | 22   |           |            |             |

| CENTRALE<br>L Y O N             |               | <b>Profil de base des projets :<br/>Mode organique (2)</b> |           |            |             |
|---------------------------------|---------------|--|-----------|------------|-------------|
| Bertrand DAVID : Génie Logiciel | Phase         | PP 2 KISL  | PI 8 KISL | PM 32 KISL | GP 128 KISL |
|                                 | Moyenne PPI   |  |           |            |             |
|                                 | Planning      | 0,6  | 1,4       | 2,9        | 8           |
|                                 | Conception    | 0,9  | 2,3       | 5,6        | 14          |
|                                 | Programmation | 1,2  | 2,9       | 7,3        | 19          |
|                                 | Intégr & test | 1,0  | 2,3       | 5,6        | 14          |
|                                 | Moyenne géné  | 1,1  | 2,7       | 6,5        | 16          |
|                                 | % Moyenne PPI |  |           |            |             |
|                                 | Planning      | 60 %   | 55 %      | 50 %       | 46 %        |
|                                 | Conception    | 84 %   | 84 %      | 84 %       | 84 %        |
|                                 | Programmation | 108 %  | 110 %     | 113 %      | 116 %       |
|                                 | Intégr & test | 89 %   | 87 %      | 85 %       | 83 %        |
|                                 | Productivité  |  |           |            |             |
|                                 |               | 400  | 376       | 352        | 327         |

23

| CENTRALE<br>L Y O N             |  | <b>Principales raisons d'augmentation<br/>des coûts</b>   |
|---------------------------------|--|---|
| Bertrand DAVID : Génie Logiciel |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Conception du produit devient plus complexe pour obtenir un travail en parallèle d'un grand nombre de programmeurs</b></li> <li>● <b>Effort à fournir est plus important pour vérifier et valider les besoins et les spécifications</b></li> <li>● <b>Temps plus important passé en communication</b></li> <li>● <b>Activité d'intégration plus importante</b></li> <li>● <b>Tests plus complets pour vérifier et valider des produits complexes</b></li> <li>● <b>Gestion du projet plus lourde</b></li> </ul> |

24

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| CENTRALE<br>L Y O N             | <h2>Estimation de l'effort de maintenance</h2>  |
| Bertrand DAVID : Génie Logiciel | <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>TAC : Taux annuel de changement (fraction de logiciel qui change pendant une année typique).</b></li> <li>● <b>Exemple :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Projet de 32 KISL avec</li> <li>Ajouts 4 000 ISL</li> <li>Modifs 2 400 ISL</li> </ul> <math display="block">\text{TAC} : (4\ 000 + 2\ 400) / 32\ 000 = 0,20 \quad 20\ %</math> </li> <li>● <b>Effort annuel de maintenance (en HMma)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ <math>\text{HMma} = \text{TAC} * \text{HMd}</math></li> <li>→ <math>\text{HMma} = 0,2 * 91 = 18 \text{ HM}</math></li> <li>→ PPI mensuel : <math>18/12 = 1,5 \text{ PPI annuel}</math></li> </ul> </li> </ul> |
| BTD/GL/GP                       | 25  |

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| CENTRALE<br>L Y O N             | <h2>Modes de développement (1)</h2>   |
| Bertrand DAVID : Génie Logiciel | <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Mode Organique :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Petite équipe, bien soudée ayant une expérience commune</li> <li>→ Projet de petite taille</li> <li>→ Communication Facile</li> <li>→ Remplacement possible, car pas de spécialisation</li> <li>→ Négociations aisées des changements</li> <li>→ Bonne productivité</li> <li>→ Pas de pertes dues à l'organisation           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Matériels et logiciels stables</li> <li>➢ Pas d'innovation importante</li> <li>➢ Pas d'intéressement important</li> <li>➢ Petite taille &lt; 50 KISL</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |
| BTD/GL/GP                       | 26  |

CENTRALE  
L Y O N

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

## Modes de développement (2)

- **Mode Intermédiaire :**
  - **Projet à caractéristiques intermédiaires**
  - **Mode de travail intermédiaire**
  
  - **Expérience moyenne des projets de ce type**
  - **Equipe mixte (certains expérimentés, d'autres débutants)**
  - **Expérience dans certains aspects du projet**
  
  - **Taille de 300 KISL environ**

BTD/GL/GP 27

CENTRALE  
L Y O N

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

## Modes de développement (3)

- **Mode Critique :**
  - **Contraintes critiques sur**
    - Les délais
    - Le matériel (spécifique)
    - La fiabilité
  
  - **Coût changement est prohibitif, il faut bien faire du premier coup**
    - Effort important en vérification & validation
    - Gestion de versions
  
  - **Spécifications faites par une petite équipe**
  - **Conception détaillée, codage et test unitaire par un nombre important de personnes**

BTD/GL/GP 28

CENTRALE  
L Y O N

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

BTD/GL/GP

## Formules dans différents modes

| MODE          | EFFORT                     | DUREE                        |
|---------------|----------------------------|------------------------------|
| Organique     | $HM = 2,4 * (KISL)^{1,05}$ | $TDEV = 2,5 * (KISL)^{0,38}$ |
| Intermédiaire | $HM = 3,0 * (KISL)^{1,12}$ | $TDEV = 2,5 * (KISL)^{0,35}$ |
| Critique      | $HM = 3,6 * (KISL)^{1,20}$ | $TDEV = 2,5 * (KISL)^{0,32}$ |

- Projets :
- PP      2 KISL
- PI      8 KISL
- PM     32 KISL
- GP     128 KISL
- TGP    512 KISL

BTD/GL/GP

29

CENTRALE  
L Y O N

Bertrand DAVID : Génie Logiciel

BTD/GL/GP

## Estimation du temps dans les trois modes

BTD/GL/GP

30

