

TECH WEEK



KAIZEN

Introduction à l'Ingénierie Système
Fabrice Tissandier – Pierre David

Table des matières

Pourquoi l'Ingénierie système ?

Gérer la complexité

Processus techniques de développement

Le ROI de l'IS



Pourquoi l'Ingénierie Système?

TECH
WEEK



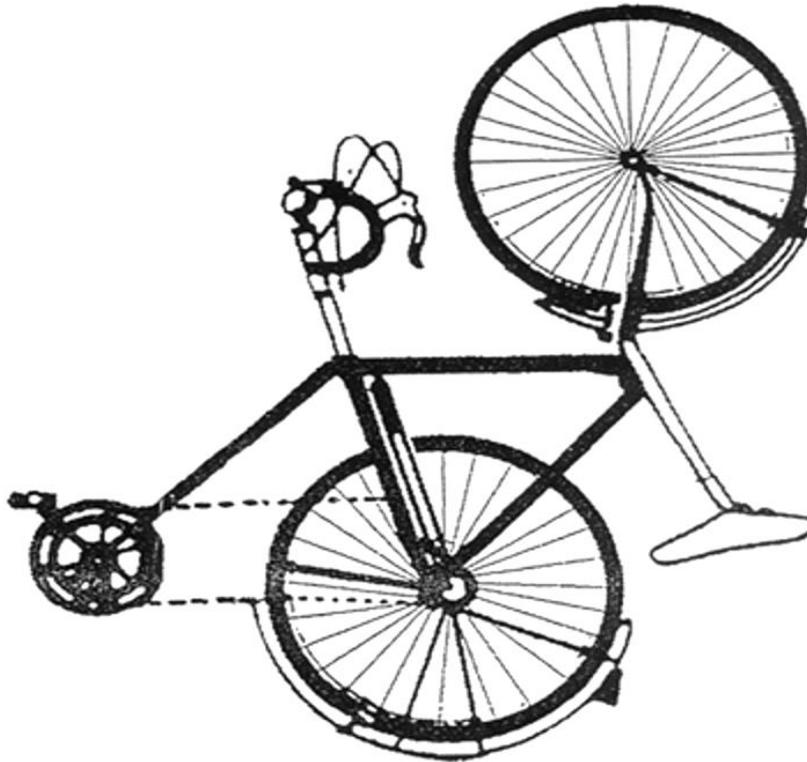
KAIZEN

Qu'est-ce qu'un système?

Systeme

Ensemble d'éléments en inter

it une ou plusieurs fonctions.



Ensemble d'éléments

Système servant à écrire

Un système est plus qu'un simple regroupement d'éléments

Systeme et Ingénierie Systeme

Evolution des systemes



→ Complexité croissante quel que soit le domaine →



Parfois (souvent) les systèmes échouent

Etude du PMI (Project Management Institute) 2012

36% des projets n'atteignent pas leurs objectifs métiers initiaux.

		% de projets dans les temps	% de projets dans le budget	% de projets atteignant les objectifs d'origine et les intentions en affaires
Niveau de maturité de gestion de projet organisationnel rapporté	Elevé	67%	68%	73%
	Moyen	55%	58%	67%
	Faible	39%	44%	53%

Qu'est-ce que l'Ingénierie Système ?

Ingénierie Système

Approche collaborative et interdisciplinaire, fondée sur la science et l'expérience, qui englobe les activités pour **concevoir, développer, faire évoluer et vérifier** un ensemble de processus, produits et compétences humaines apportant une **solution globalement optimisée à des besoins identifiés et acceptable** par l'environnement.

Extrait de « Découvrir et comprendre l'ingénierie système », AFIS, S. Fiorèse et J.P. Meinadier

1960

Formalisation des premiers concepts aux États-Unis (NASA, USAF)



1991

Création de l'INCOSE
(International Council on Systems Engineering)



1999

Création de l'AFIS
(Association Française d'Ingénierie Système)

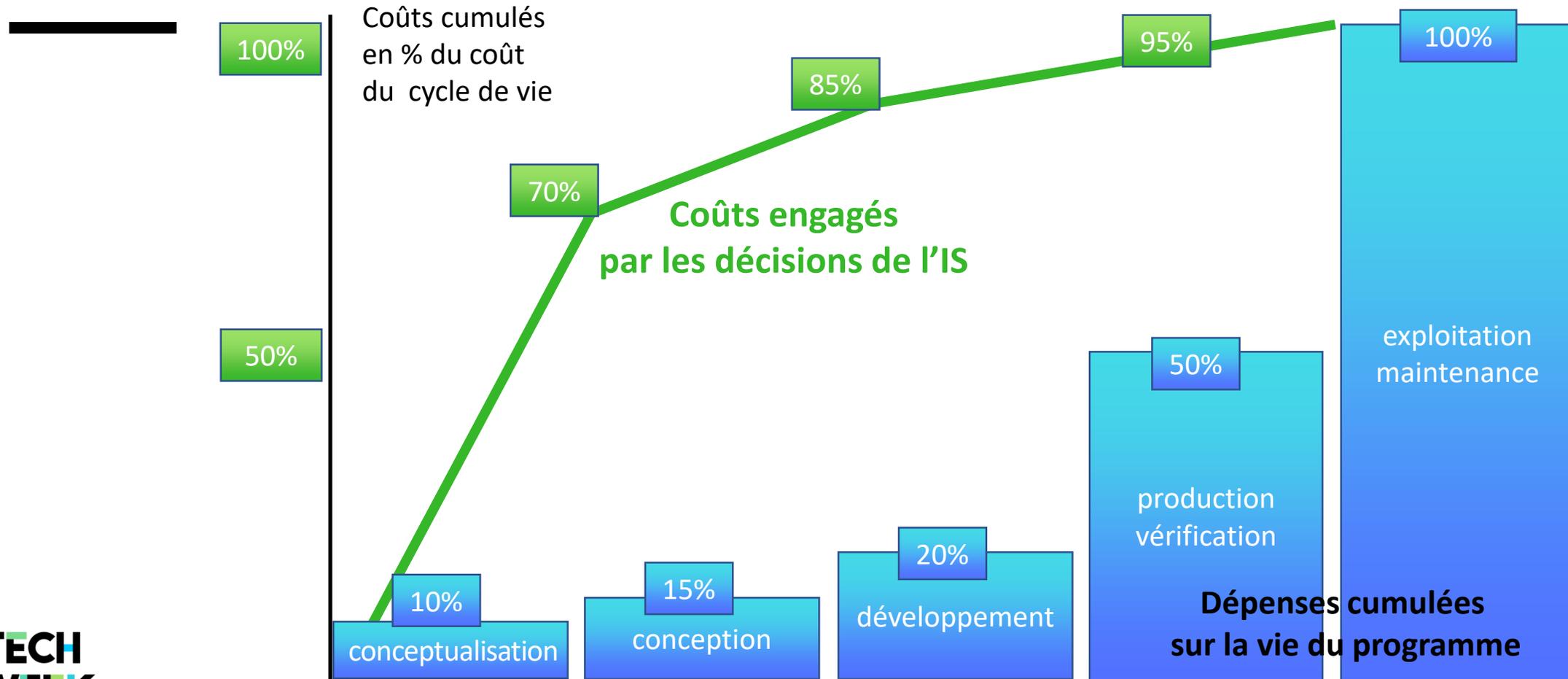


2003

Norme ISO 15288
(Systems Engineering – System Life – Cycle Processes)



Enjeux de l'IS



(source : Defense System Management College 9-1993)



Gérer la
complexité

TECH
WEEK



KAIZEN

Approche des problèmes

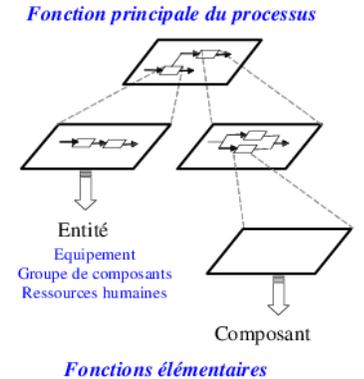
Réductionnisme & Holisme

Réductionnisme: l'approche analytique cartésienne

- Décomposer le problème
 - ⇒ Fragmentation du savoir, Isolation des disciplines
 - ⇒ Hypothèse que l'on peut décomposer / ré-assembler

Holisme: l'approche systémique

- Le tout est différent de la somme de ses parties
- Focalisé sur le système et ses interactions
- Gérer les **propriétés émergentes**



Approche de résolution

Mécanisme ou Téléologie?

Mécanisme

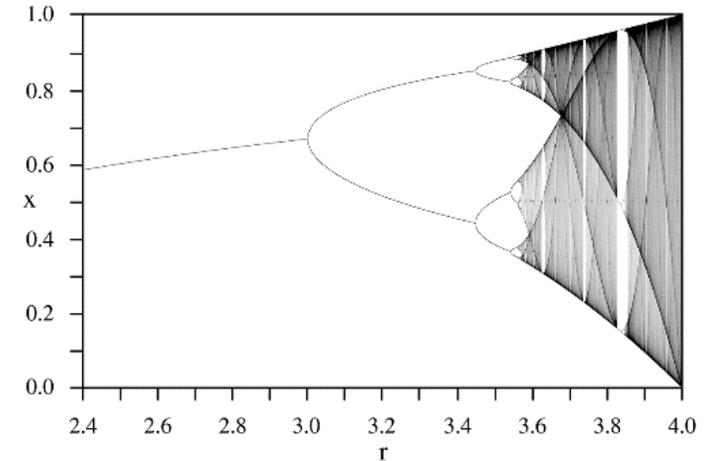
L'état courant est la cause de l'état futur (Copernic, Newton)

- L'état futur dépend de l'état courant + transformation
(la connaissance de l'état ne suffit pas)

Téléologie

Le but à atteindre est la cause de l'état futur (Aristote, Platon)

- L'état futur dépend de l'objectif à atteindre



Mixer les approches

L'ingénierie système mélange les approches

- **Téléologie:** Les objectifs en premier puis la solution
 - Définir le but, la mission, les utilisateurs, les parties prenantes, ... les exigences
- **Holisme:** Penser système, garder une vision globale
 - Penser à l'intégration, maîtriser l'alignement avec le besoin
- **Réductionnisme:** Partager les vues, définir des architectures et des niveaux de granularité
 - Décomposer le besoin, les fonctions, les sous-systèmes ...

Gérer la complexité

Objectif et Défi



Objectif

Réaliser un système complexe répondant au besoin d'un client

Défi =

Penser système

- Avoir une **vision globale**,
- Visualiser le système sous **différents angles**,
- Eviter les biais cognitifs,
- Anticiper les **évolutions**.

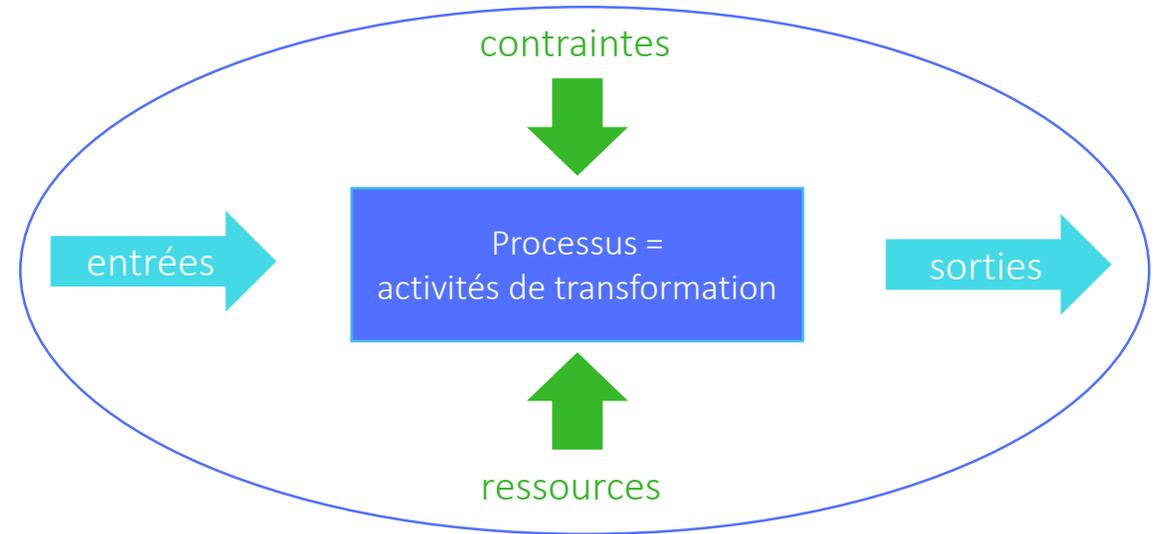
Gérer la complexité

Les Processus

Certains types d'activités sont invariants. Leurs descriptions sous forme de bonnes pratiques transposables d'un type de projet à l'autre constituent des processus.

- **Avantages**

- Profiter des REX
- Objectiver l'organisation
- Contrôler la qualité (normalisation)



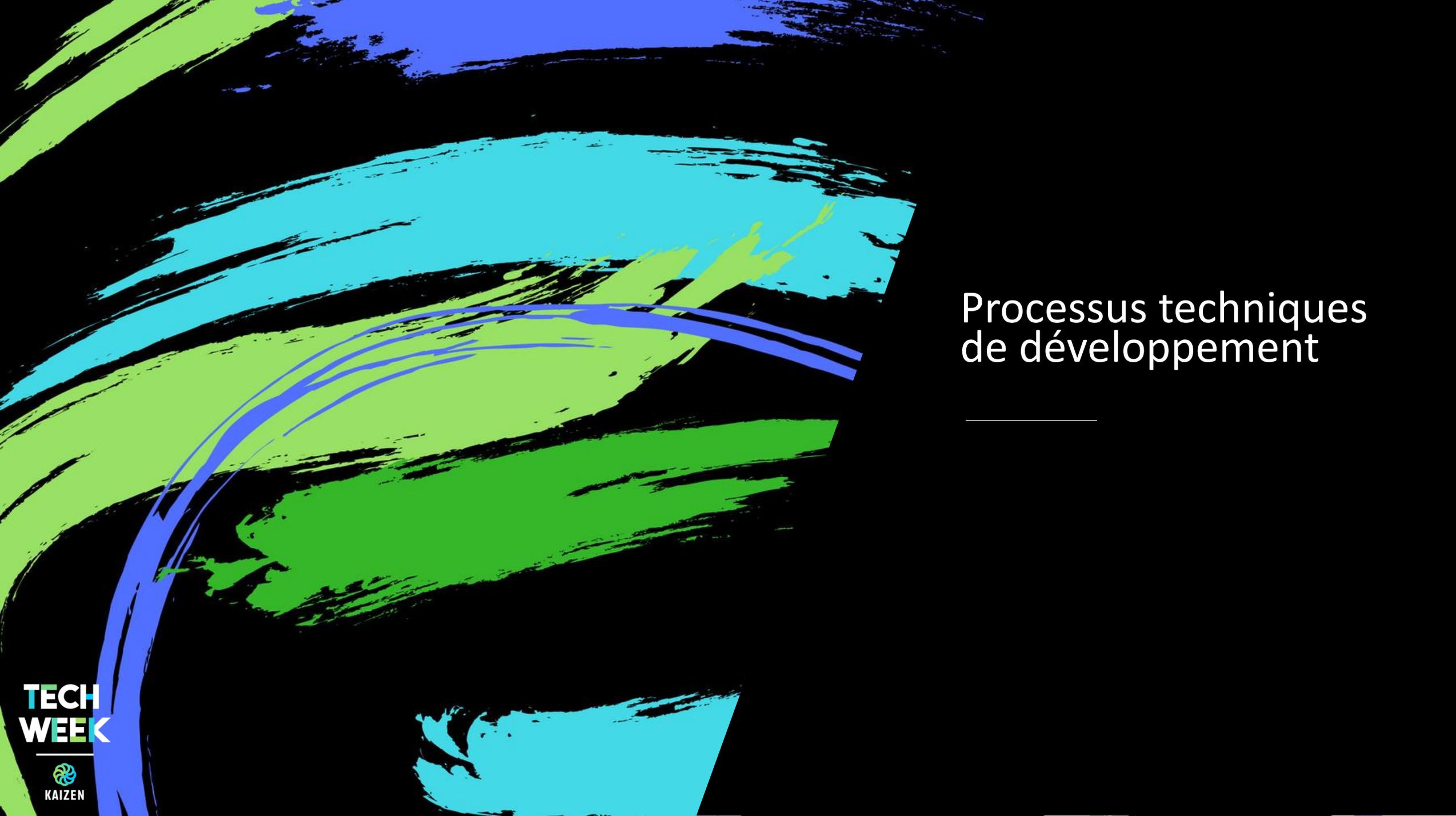
Extrait de « Découvrir et comprendre l'ingénierie système »,
AFIS, S. Fiorèse et J.P. Meinadier

Gérer la complexité

Diversité des Processus

Processus d'entreprise	Processus de management	Processus techniques	Processus contractuels	
Gestion des processus du cycle de vie du système	Acquisition	Définition des exigences des parties prenantes	Analyse des exigences	Conception architecturale
Gestion de l'infrastructure	Fourniture	Planification	Implémentation	Intégration
Gestion du portefeuille de projet	Décision	Gestion des risques	Vérification	Transition vers l'utilisateur
Gestion des ressources humaines	Gestion de configuration	Gestion de l'information	Validation	Exploitation
Gestion de qualité	Mesurage	Evaluation et maîtrise	Maintenance	Retrait de service

(Norme ISO 15288)



Processus techniques de développement

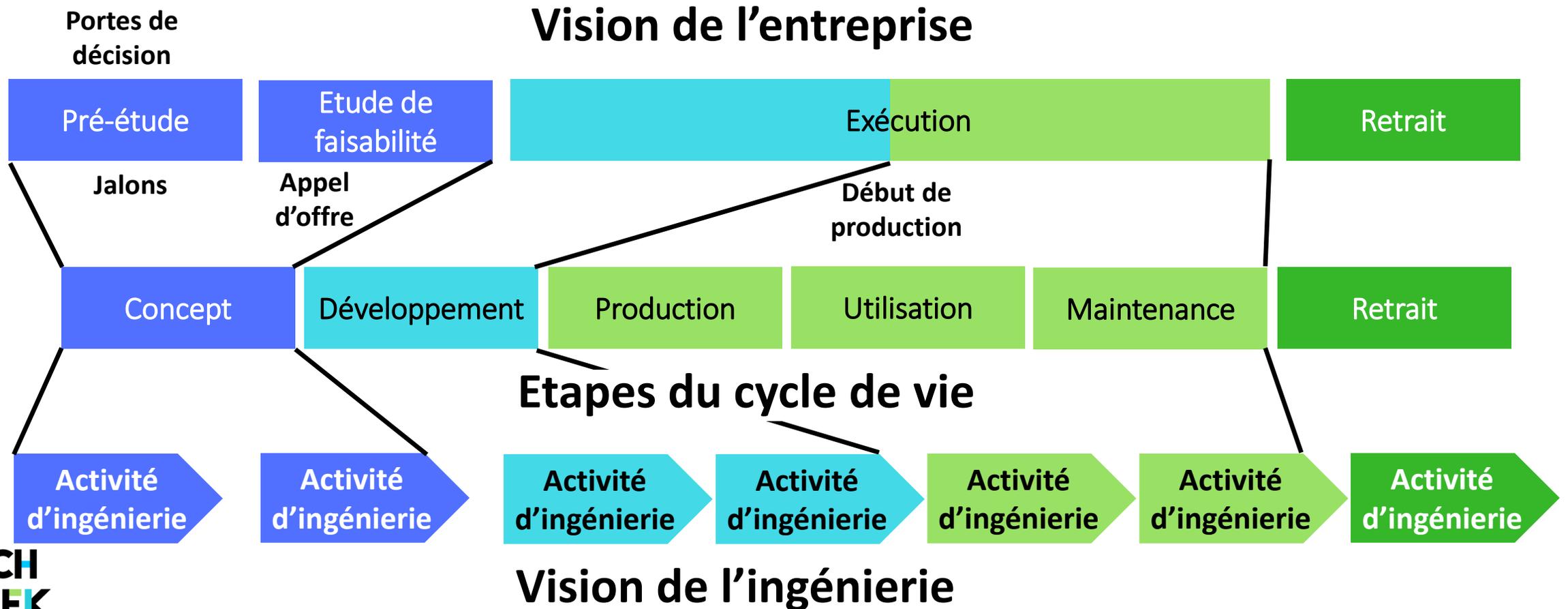
TECH
WEEK



KAIZEN

Processus techniques

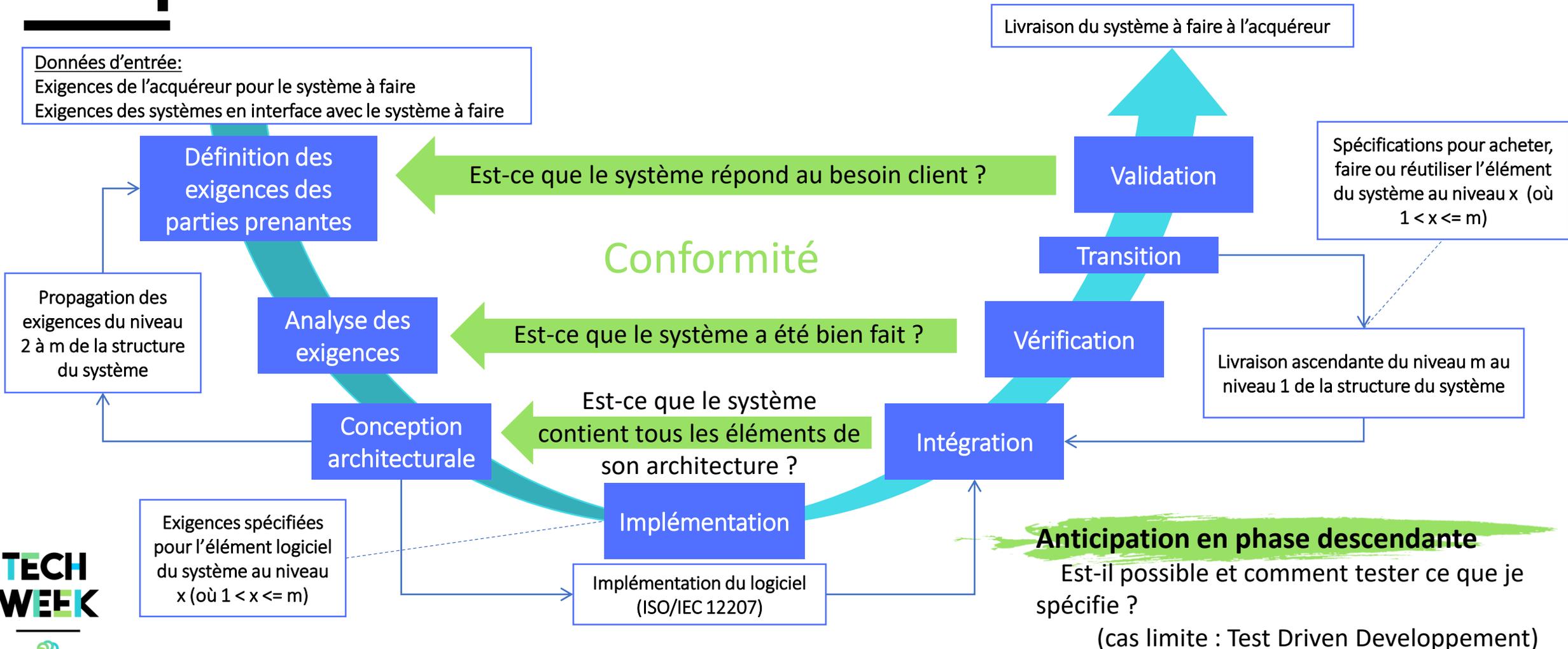
Cycle de vie – Visions entreprise/ingénierie



Processus techniques

Séquencement des activités

NB: Un système peut être composé de m niveaux de sous-systèmes. Le système de niveau 1 est celui de plus haut niveau.



ROI de l'IS ?

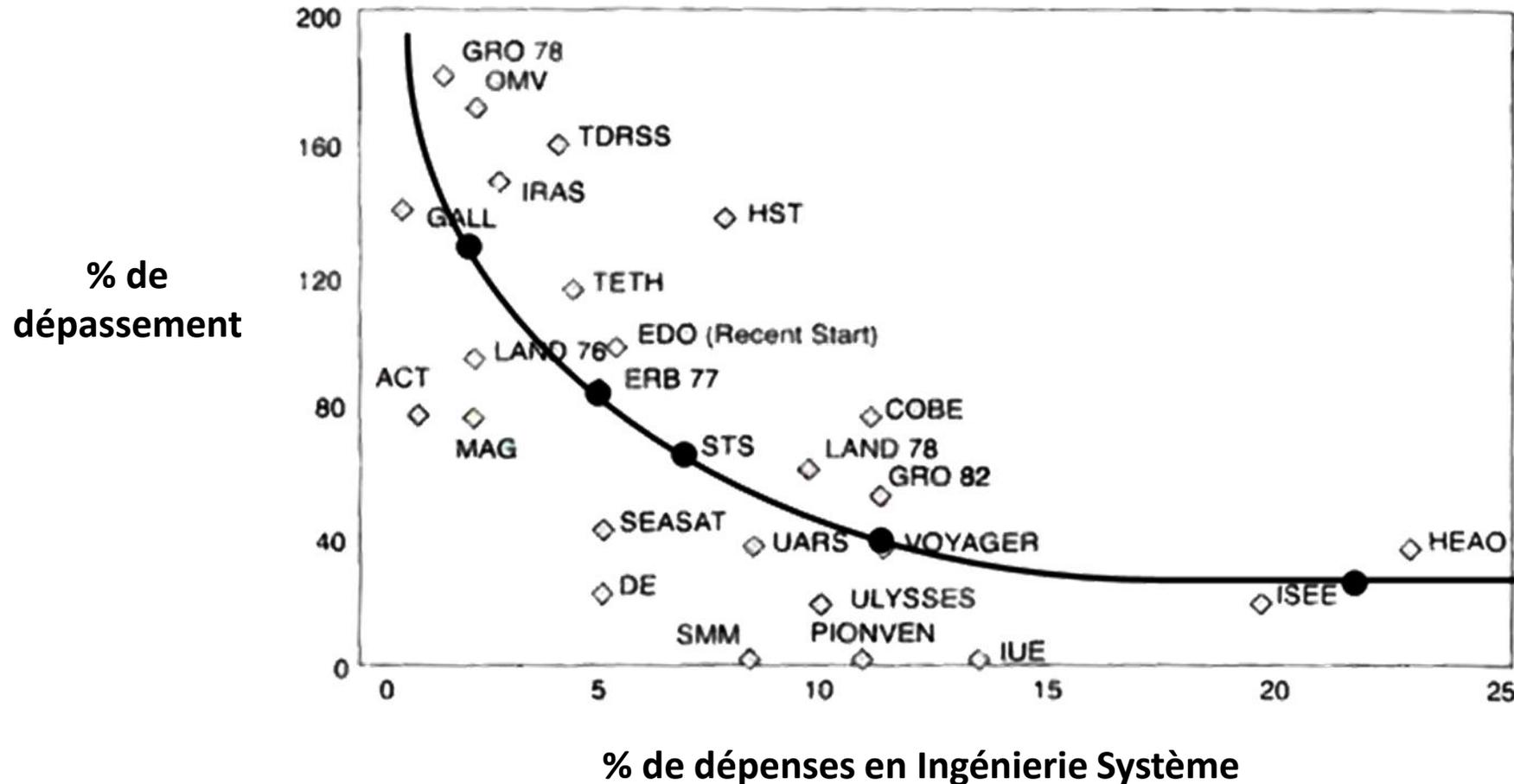
TECH
WEEK



KAIZEN

ROI

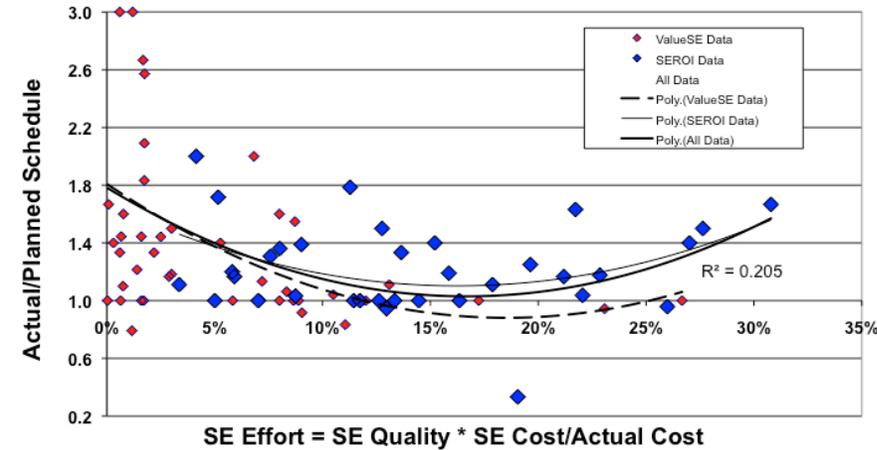
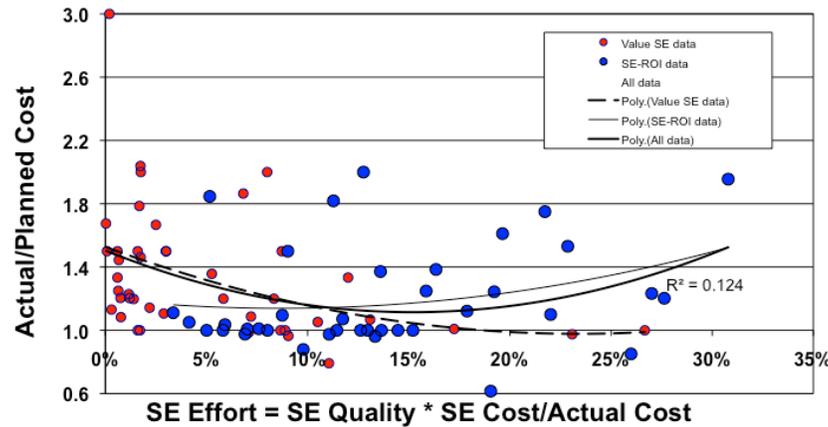
Etude de Werner Gruhl (2005) - NASA



*Source: Werner M. Gruhl, Chief Cost & Economics Analysis Branch, NASA Headquarters

ROI

Etude de Eric Honour (2013) – 48 projets



- Il y a une relation quantifiable entre l'effort d'IS et la réussite des programmes avec un intervalle de confiance de 80%
- Il y a un niveau optimal du ROI de l'IS qui est de 14,4% de coût IS par rapport au coût total du programme

Aller plus loin dans l'IS

Tous les secteurs sont concernés!

Le chapitre régional de l'AFIS



Afterworks, Workshops, Retour d'Expérience...

Des grands groupes, des PME, des indépendants, des académiques

Dans l'énergie, le médical, la domotique, les SI, la défense, l'électronique ...

chapitrelocal.ara@afis.fr

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Des questions ?

Pierre DAVID, Fabrice TISSANDIER

TECH
WEEK



KAIZEN

Bibliographie

« Découvrir et Comprendre l'Ingénierie Système »,
sous la direction de Serge Fiorèse et Jean-Pierre Meinadier

« Les Clés de l'Ingénierie des Systèmes »,
Michel Galinier, Stéphane Galinier, Claude Y Laporte

« Systems and software engineering - System life cycle processes »,
ISO/CEI 15288:2008

« Space engineering – Technical requirements specification »,
ECSS-E-ST-10-06C

Exigences

Définition

Exigence

Expression d'une **propriété nécessaire** du système dont la formulation satisfait plusieurs critères de qualité:

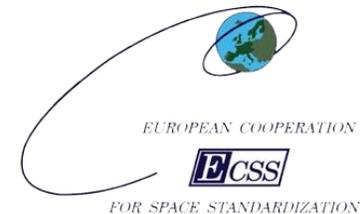
- **M**esurable (expression quantitative et non qualitative)
- **U**tile (éviter les redondances ou info non pertinentes)
- **S**imple (facile à comprendre et non soumise à interprétation)
- **T**raçable (remonter au besoin, la norme, l'exigence source)

Autres critères de qualité pour une exigence:

- **Unique** (1 propriété \Leftrightarrow 1 exigence),
- **Pure prescription du résultat** (ce qui est attendu, pas comment le faire),
- **Faisable** (dans le contexte et l'état de l'art techno à l'heure envisagée),
- **Réaliste** (dans le contexte des contraintes du projet)

Classables par type (14 pour ECSS):

fonctionnel, mission, interface, environnemental, exploitation, facteur humain, logistique intégrée, physique, assurance produite induite, configuration, conception, vérification (ECSS-E-ST-10-06C)



Exigences

Exemples et contre-exemples

	Conception		
Le système ne doit pas contenir de plomb.			
E01	Résistance des connexions	/REX site	
Le système doit être résistant à un grand nombre de cycles de brochages et débroschages.			
E02	Exigence	/T 000 001	
Toutes les exigences doivent être satisfaites.			
E03	Température de fonctionnement	/N1234	
Le système ne doit pas être non-opérationnel hors de la gamme des températures inférieures à -20°C ou supérieures à 50°C.			

← Numérotation et source manquantes			
E01	Résistance des connexions	/REX site	
Le système doit être résistant à au moins 360 cycles de brochages et débroschages.			
← Par définition une exigence est nécessaire			
E03	Température de fonctionnement	/N1234	
Le système doit être opérationnel sur la gamme de températures comprises entre -20°C et 50°C.			