

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

Présentation du sujet

Lionel Tailhardat

Orange Labs, TGI/DATA-IA/DTMA/MORE

1er mars 2021

Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec



Synopsis

Lors de cette intervention, je propose de réfléchir aux architectures réseaux en incluant l'exploitant comme "client interne" des systèmes. Cette extension de point de vue amène à sortir de la vision "service" et à tendre vers une conception sécuritaire pilotée par les indicateurs d'efficacité opérationnelle.

L'importance de cultiver à la fois hard-skills et soft-skills prend ici corps, l'expérience pratique des systèmes et outils remettant régulièrement en question les modèles théoriques et les points de vues en silo de chaque métier pris de façon isolée. Le propos sera illustré par des études de cas associant architecture technique des réseaux, processus métier, ergonomie et systèmes d'aide à la décision.

Prérequis: *notions d'organisation des entreprises, architecture de réseaux télécoms, gestion du risque.*

Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Plan

Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

1 Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

2 Processus et qualité

- Incident Management Process
- La recette d'exploitabilité
- Déetecter et qualifier, diagnostiquer, résoudre, capitaliser ...

Processus et qualité

3 Le risque et l'inimaginable

- Modélisable ?
- Dichotomies
- Run et chaîne de traitement
- Cas d'usage *by design* et *préventif*

Le risque et
l'inimaginable

4 Gérer en réactif

- L'efficacité opérationnelle
- Renforcer le "by operation"
- Cas d'usage *en réactif*

Gérer en réactif

5 Synthèse

Synthèse

6 Annexe

- Le Groupe Orange et la R&D
- Implémentation d'une matrice de transfert (*K4TMatrix*)
- Acronymes et abréviations
- Bibliographie

Annexe

References

Partie 1

Un réseau et des processus

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

1 Dessine-moi un réseau: jeu introductif

2 Processus et qualité

- Incident Management Process
- La recette d'exploitabilité
- Déetecter et qualifier, diagnostiquer, résoudre, capitaliser ...

3 Le risque et l'inimaginable

- Modélisable ?
- Dichotomies
- *Run* et chaîne de traitement
- Cas d'usage *by design* et *préventif*

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

4 Gérer en réactif

- L'efficacité opérationnelle
- Renforcer le "by operation"
- Cas d'usage *en réactif*

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

5 Synthèse

6 Annexe

- Le Groupe Orange et la R&D
- Implémentation d'une matrice de transfert (*K4TMatrix*)
- Acronymes et abréviations
- Bibliographie

Alice et Bob

Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

Alice et Bob veulent
communiquer ensemble via une
plateforme hébergée dans le
réseau ...



Alice

→ *Que mettriez-vous en place
pour cela ?*



Bob

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Alice et Bob et des réseaux

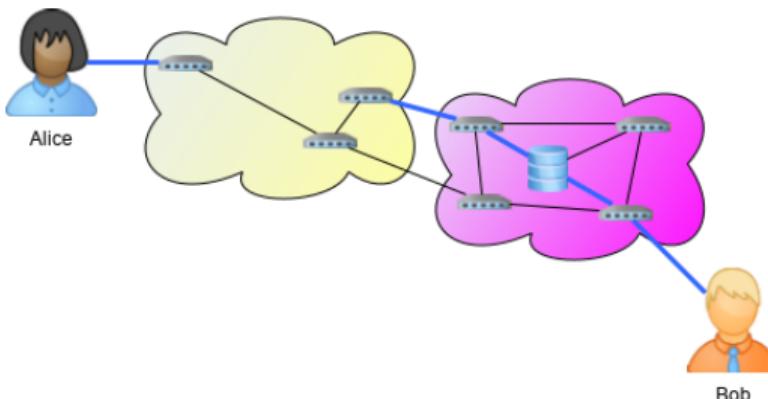
Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

Alice et Bob communiquent ensemble via une plateforme hébergée dans le réseau ...

→ Rien d'autre à mettre en place ?



Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Alice et Bob et des réseaux bien gérés

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

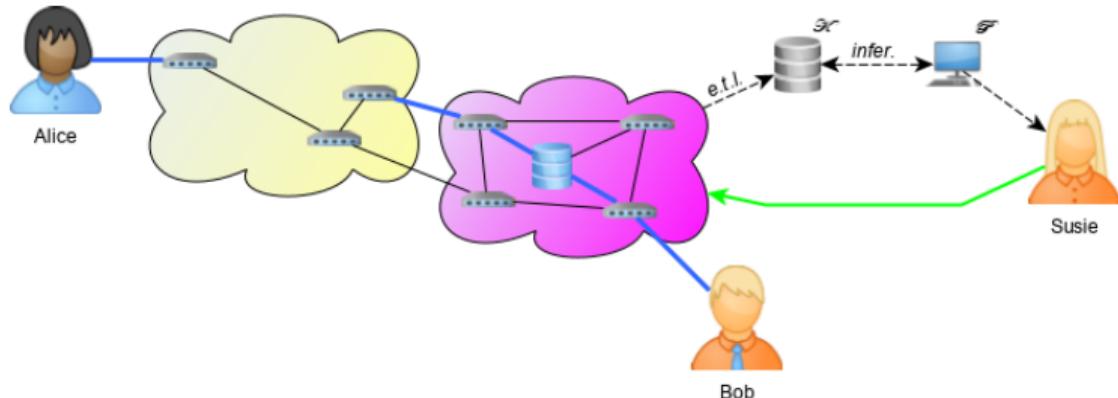
L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Alice et Bob communiquent ensemble via une plateforme hébergée dans le réseau magenta.

Les éléments structurants du réseau magenta sont gérés (en exploitation, en supervision).

→ Susie a-t-elle la visibilité sur les ressources du réseau jaune ?



Alice et Bob et des réseaux bien gérés et délimités

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

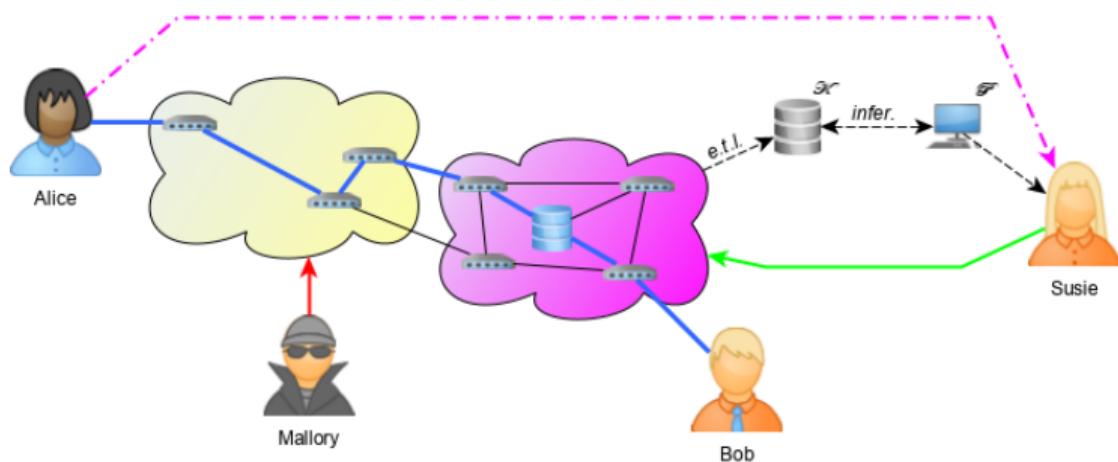
1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems A

Alice et Bob communiquent ensemble via une plateforme hébergée dans le réseau magenta.

Les éléments structurants du réseau magenta sont gérés (en exploitation, en supervision).
Susie voit les flux sur ses *plateformes et infrastructures* (réseau magenta).
Susie n'intervient pas sur les ressources du réseau jaune.

→ Quelles conclusions pratiques tirez-vous de ces quelques situations ?

- Alice: "ça marche pas !"
- Susie: "je sais, mais le problème ne vient pas de mon infrastructure; je vous suggère de contacter <jaune>."



Alice et Bob et des exigences implicites (take-away)

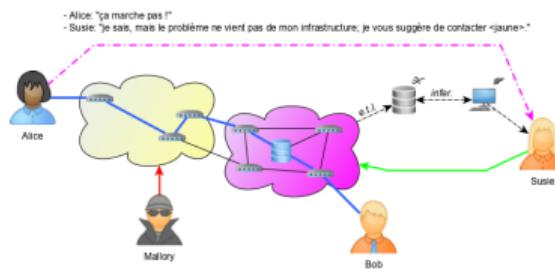
Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

Quelques clés pour la suite ...

- Voir et gérer ses ressources.
- Connaître l'état aux bordures de son réseau.
- Un réseau de *production* est doublé par un réseau d'*administration*.



Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

1 Dessine-moi un réseau: jeu introductif

2 Processus et qualité

- Incident Management Process
- La recette d'exploitabilité
- Déetecter et qualifier, diagnostiquer, résoudre, capitaliser ...

3 Le risque et l'inimaginable

- Modélisable ?
- Dichotomies
- Run et chaîne de traitement
- Cas d'usage *by design* et préventif

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Incident Management
Process

La recette d'exploitabilité
Déetecter et qualifier,
diagnostiquer, résoudre,
capitaliser ...

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

4 Gérer en réactif

- L'efficacité opérationnelle
- Renforcer le "by operation"
- Cas d'usage *en réactif*

5 Synthèse

6 Annexe

- Le Groupe Orange et la R&D
- Implémentation d'une matrice de transfert (*K4TMatrix*)
- Acronymes et abréviations
- Bibliographie

Synthèse

Annexe

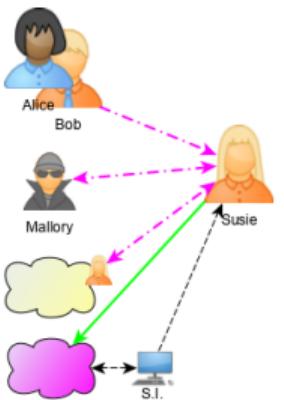
References

Operations Master Plan

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec



→ *Susie peut-elle gérer toutes ces interactions ?*

Non vu la complexité des systèmes (variété d'architectures et de compétences).

~ Nécessite un *Operations Master Plan*.

GNOC operating model

Un modèle *semi-hiéralchique*,

GNOC : Global Network Operation Centre,

CCC : Customer Care Centre,

SMC : Service Management Centre,

TMC : Technology Management Centre.

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Incident Management Process

La recette d'exploitabilité
Détecer et qualifier,
diagnostiquer, résoudre,
capitaliser ...

Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

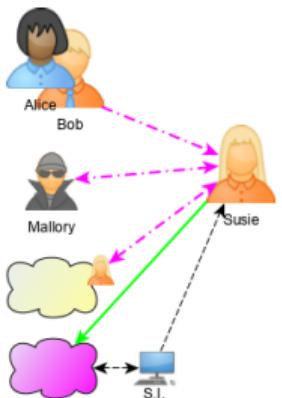
References

Operations Master Plan

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec



→ Susie peut-elle gérer toutes ces interactions ?

Non vu la complexité des systèmes (variété d'architectures et de compétences).

~~ Nécessite un *Operations Master Plan*.

GNOC operating model

Un modèle *semi-hierarchique*,

GNOC : Global Network Operation Centre,

CCC : Customer Care Centre,

SMC : Service Management Centre,

TMC : Technology Management Centre.

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Incident Management Process

La recette d'exploitabilité
Détecer et qualifier,
diagnostiquer, résoudre,
capitaliser ...

Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

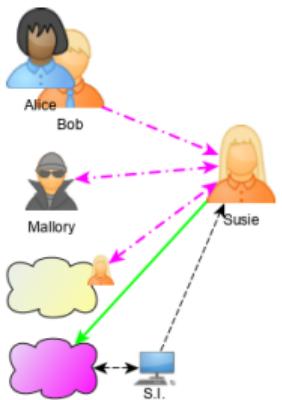
References

Operations Master Plan

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec



→ Susie peut-elle gérer toutes ces interactions ?

Non vu la complexité des systèmes (variété d'architectures et de compétences).

~~ Nécessite un *Operations Master Plan*.

GNOC operating model

Un modèle *semi-hiéroglyphe*,

GNOC : Global Network Operation Centre,

CCC : Customer Care Centre,

SMC : Service Management Centre,

TMC : Technology Management Centre.

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Incident Management Process

La recette d'exploitabilité
Détecer et qualifier,
diagnostiquer, résoudre,
capitaliser ...

Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Invariants sur l'Incident Management Process (IMP)

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

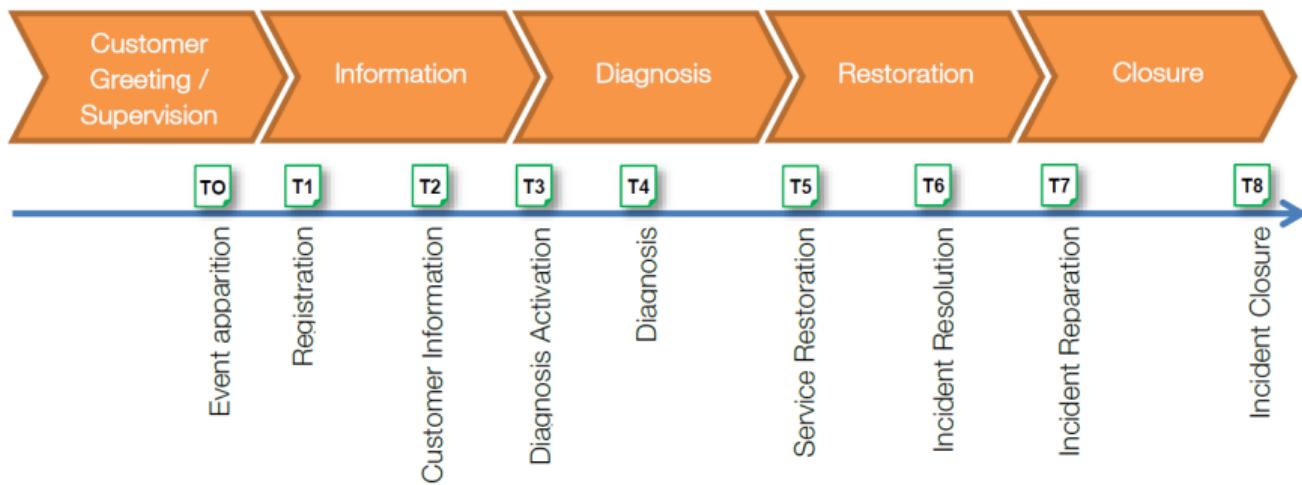
Diverses sources de signalisation d'incidents:

- Customer-generated event
- SMC monitoring-generated event
- TMC monitoring-generated event

Un même besoin pour *maintenant et plus tard* ...

- Détection et qualification,
- Diagnostic,
- Résolution,
- Bilan et capitalisation

... ainsi qu'*informer, informer, informer, informer !* ↔ Pourquoi ?



Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Incident Management Process

La recette d'exploitabilité
Déetecter et qualifier,
diagnostiquer, résoudre,
capitaliser ...

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Invariants sur l'Incident Management Process (IMP)

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

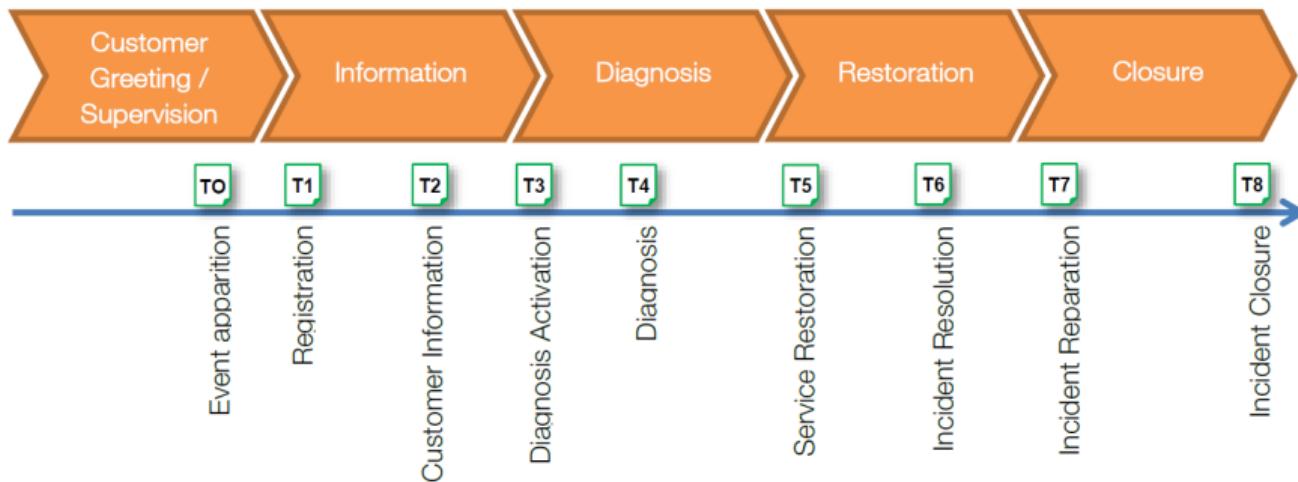
Diverses sources de signalisation d'incidents:

- Customer-generated event
- SMC monitoring-generated event
- TMC monitoring-generated event

Un même besoin pour *maintenant et plus tard* ...

- Détection et qualification,
- Diagnostic,
- Résolution,
- Bilan et capitalisation

... ainsi qu'*informer, informer, informer, informer !* ↪ Pourquoi ?



Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Incident Management Process

La recette d'exploitabilité
Décter et qualifier,
diagnostiquer, résoudre,
capitaliser ...

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

L'IMP au niveau des technical skill-centers

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec



Une complexité gérée *globalement et localement*.

Attention:

- “No silver bullet” [BK87]
- “Automatisation et sécurité” [Éli09]
- “Le Système d’Information n'est pas le Système Informatique” [Dav99]

Quelques clés pour la suite ...

- *L'humain au centre du processus et du design,*
- *Conceptions et analyses orientées efficacité opérationnelle.*

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Incident Management Process

La recette d'exploitabilité
Déetecter et qualifier,
diagnostiquer, résoudre,
capitaliser ...

Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

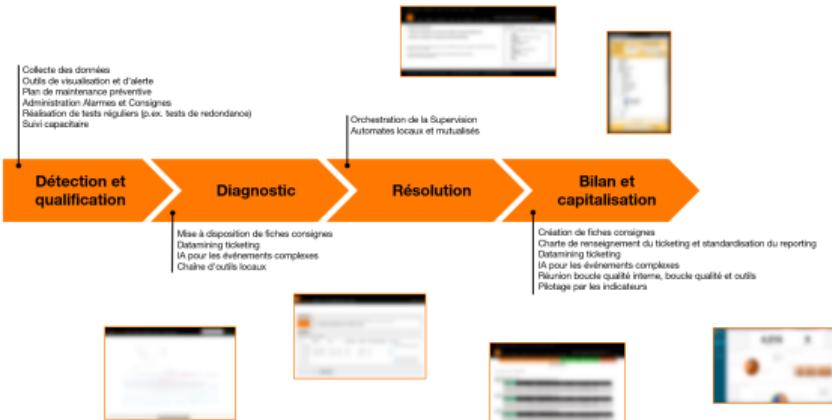
References

L'IMP au niveau des technical skill-centers

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec



Une complexité gérée *globalement et localement*.

Attention:

- "No silver bullet" [BK87]
- "Automatisation et sécurité" [Éli09]
- "Le Système d'Information n'est pas le Système Informatique" [Dav99]

Quelques clés pour la suite ...

- *L'humain au centre du processus et du design,*
- *Conceptions et analyses orientées efficacité opérationnelle.*

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Incident Management Process

La recette d'exploitabilité
Déetecter et qualifier,
diagnostiquer, résoudre,
capitaliser ...

Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Une exigence: être en capacité d'exploiter (d'intervenir sur ...)

Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

Des exigences bien formées

- IEEE [IEE+98]: "être en capacité de ... dans les limites de ..."
- User story [Sca19]: "en tant que ... j'aimeraï que ... afin de ..."

... pour exprimer les *fonctions souhaitées* et les *critères d'acceptation* (exigences directes ou secondaires).

Exigences internes clés

Exploiter (intervenir sur) les ressources réseaux ...

- Personnel technique et de coordination (nombre et disponibilité),
- Compétences (acquises ou écrites),
- Outils de détection et alerte,
- Outils d'intervention (locale ou à distance).

Un cycle lié à la "Transition de Services"
[Ste19]:

- Vérification d'Aptitude au Bon Fonctionnement (VABF),
- Validation en Service Régulier (VSR),
- Acceptation des produits en utilisation courante.

Attention:

- Phénomène de précédence [NBL11],
- Gestion Electronique des Documents (GED),
- Complexité ~ carré du nombre d'intervenants [Yvo02].

→ Intérêt d'un cahier de recette ?

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité
Incident Management
Process

La recette d'exploitabilité
Détecer et qualifier,
diagnostiquer, résoudre,
capitaliser ...

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Une exigence: être en capacité d'exploiter (d'intervenir sur ...)

Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

Des exigences bien formées

- IEEE [IEE+98]: "être en capacité de ... dans les limites de ..."
- User story [Sca19]: "en tant que ... j'aimeraï que ... afin de ..."

... pour exprimer les *fonctions souhaitées* et les *critères d'acceptation* (exigences directes ou secondaires).

Exigences internes clés

Exploiter (intervenir sur) les ressources réseaux ...

- Personnel technique et de coordination (nombre et disponibilité),
- Compétences (acquises ou écrites),
- Outils de détection et alerte,
- Outils d'intervention (locale ou à distance).

Un cycle lié à la "Transition de Services"
[Ste19]:

- 1 Vérification d'Aptitude au Bon Fonctionnement (VABF),
- 2 Validation en Service Régulier (VSR),
- 3 Acceptation des produits en utilisation courante.

Attention:

- Phénomène de précédence [NBL11],
- Gestion Electronique des Documents (GED),
- Complexité ~ carré du nombre d'intervenants [Yvo02].

→ Intérêt d'un cahier de recette ?

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité
Incident Management
Process

La recette d'exploitabilité
Détecer et qualifier,
diagnostiquer, résoudre,
capitaliser ...

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Une exigence: être en capacité d'exploiter (d'intervenir sur ...)

Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

Des exigences bien formées

- IEEE [IEE+98]: "être en capacité de ... dans les limites de ..."
- User story [Sca19]: "en tant que ... j'aimeraï que ... afin de ..."

... pour exprimer les *fonctions souhaitées* et les *critères d'acceptation* (exigences directes ou secondaires).

Exigences internes clés

Exploiter (intervenir sur) les ressources réseaux ...

- Personnel technique et de coordination (nombre et disponibilité),
- Compétences (acquises ou écrites),
- Outils de détection et alerte,
- Outils d'intervention (locale ou à distance).

Un cycle lié à la “*Transition de Services*”
[Ste19]:

- 1 Vérification d'Aptitude au Bon Fonctionnement (VABF),
- 2 Validation en Service Régulier (VSR),
- 3 Acceptation des produits en utilisation courante.

Attention:

- Phénomène de précédence [NBL11],
- Gestion Electronique des Documents (GED),
- Complexité ~ carré du nombre d'intervenants [Yvo02].

→ *Intérêt d'un cahier de recette ?*

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité
Incident Management
Process

La recette d'exploitabilité
Détecer et qualifier,
diagnostiquer, résoudre,
capitaliser ...

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Une exigence: être en capacité d'exploiter (d'intervenir sur ...)

Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

Des exigences bien formées

- IEEE [IEE+98]: "être en capacité de ... dans les limites de ..."
- User story [Sca19]: "en tant que ... j'aimeraï que ... afin de ..."

... pour exprimer les *fonctions souhaitées* et les *critères d'acceptation* (exigences directes ou secondaires).

Exigences internes clés

Exploiter (intervenir sur) les ressources réseaux ...

- Personnel technique et de coordination (nombre et disponibilité),
- Compétences (acquises ou écrites),
- Outils de détection et alerte,
- Outils d'intervention (locale ou à distance).

Un cycle lié à la “*Transition de Services*”
[Ste19]:

- 1 Vérification d'Aptitude au Bon Fonctionnement (VABF),
- 2 Validation en Service Régulier (VSR),
- 3 Acceptation des produits en utilisation courante.

Attention:

- Phénomène de précédence [NBL11],
- Gestion Electronique des Documents (GED),
- Complexité ~ carré du nombre d'intervenants [Yvo02].

→ *Intérêt d'un cahier de recette ?*

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité
Incident Management
Process

La recette d'exploitabilité
Détecer et qualifier,
diagnostiquer, résoudre,
capitaliser ...

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

PV de recette d'exploitabilité

Cahier de recette

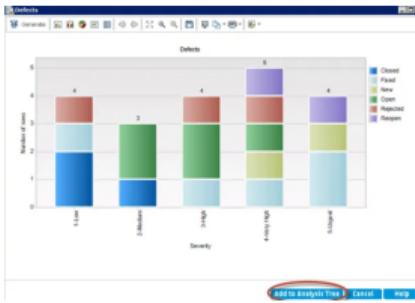
- Cas de test détaillés manuels/semi-automatisés/automatisés,
- Homogénéité des campagnes de test,
- Reproductibilité d'une campagne de test,
- Traçabilité (preuve) pour l'acceptation.

Remarque: fait écho au *test-driven development* [Wik20].

Exemples de cas de test:

- Référencement correct des ressources dans le SI et les outils,
- Accès console in-band et out-of-band,
- Authentification par compte AD et compte local,
- Sauvegarde de configuration périodique,
- Supervision du trafic sur les interfaces,
- Remontée d'alarme et affectation à la bonne équipe,
- Redondance effective.

The screenshot shows the 'Test Plan' section of the HP ALM interface. On the left, a tree view shows 'Root' with branches for 'Unattached', 'Sample Project', 'Dry Runs', 'Phase 1.0', 'Regression', 'Phase 1', and 'Automated Test'. Under 'Automated Test', there are two cycles: 'Cycle1' and 'Cycle2'. A red box highlights the 'Test Lab' option under the 'Testing' menu. On the right, a table lists test cases with columns for 'Title' and 'Status'. A red box highlights the 'Run' button at the top of the table. The status column shows several rows with 'INPROGRESS' status.



HP (microfocus) ALM, source: [Yan17]

→ Prêts à passer en phase de Run ?

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Incident Management Process

La recette d'exploitabilité
Détecer et qualifier,
diagnostiquer, résoudre,
capitaliser ...

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

PV de recette d'exploitabilité

Cahier de recette

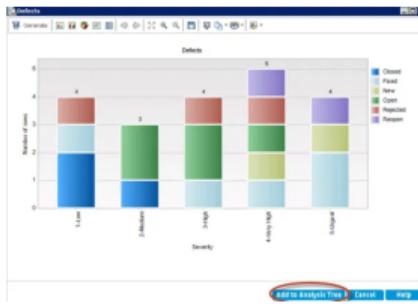
- Cas de test détaillés manuels/semi-automatisés/automatisés,
- Homogénéité des campagnes de test,
- Reproductibilité d'une campagne de test,
- Traçabilité (preuve) pour l'acceptation.

Remarque: fait écho au *test-driven development* [Wik20].

Exemples de cas de test:

- Référencement correct des ressources dans le SI et les outils,
- Accès console in-band et out-of-band,
- Authentification par compte AD et compte local,
- Sauvegarde de configuration périodique,
- Supervision du trafic sur les interfaces,
- Remontée d'alarme et affectation à la bonne équipe,
- Redondance effective.

The screenshot shows the HP ALM software interface. On the left, there's a navigation menu with options like Dashboard, Management, Requirements, Testing, Test Resources, Test Plan, Test Lab (which is highlighted with a red box), Test Runs, and Defects. The main area displays a 'Test Plan' structure under 'Root'. A 'Test Lab' node has two children: 'Dry Runs' and 'Automated Test'. 'Automated Test' has two sub-nodes: 'Cycle1' and 'Cycle2'. To the right, there's a 'Test Grid' view titled 'Execution Grid' with a red box around the 'Run' button in the toolbar. The grid lists several test cases, each with a status indicator and a brief description like 'Verify that the xyz'.



HP (microfocus) ALM, source: [Yan17]

→ Prêts à passer en phase de Run ?

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Incident Management Process

La recette d'exploitabilité
Détecer et qualifier,
diagnostiquer, résoudre,
capitaliser ...

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

PV de recette d'exploitabilité

Cahier de recette

- Cas de test détaillés manuels/semi-automatisés/automatisés,
- Homogénéité des campagnes de test,
- Reproductibilité d'une campagne de test,
- Traçabilité (preuve) pour l'acceptation.

Remarque: fait écho au *test-driven development* [Wik20].

Exemples de cas de test:

- Référencement correct des ressources dans le SI et les outils,
- Accès console in-band et out-of-band,
- Authentification par compte AD et compte local,
- Sauvegarde de configuration périodique,
- Supervision du trafic sur les interfaces,
- Remontée d'alarme et affectation à la bonne équipe,
- Redondance effective.

The screenshot shows the HP ALM software interface. On the left, there's a navigation sidebar with links like Dashboard, Management, Requirements, Testing (with sub-options like Test Resources, Test Plan, Test Lab, Test Runs, Defects), and Analysis. The main area shows a tree view of a test plan under 'Root'. A red box highlights the 'Test Lab' option in the sidebar and the 'Automated Test' section in the tree view. Another red box highlights the 'Run' button in the top menu bar. To the right, a list of test cases is displayed, each with a small icon and a brief description, such as 'USV/A-02 - Verify that the sys...', 'USV/A-03 - Verify that the sys...', etc. The 'Execution Grid' tab is selected in the top menu.



HP (microfocus) ALM, source: [Yan17]

→ Prêts à passer en phase de Run ?

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Incident Management Process

La recette d'exploitabilité
Détecer et qualifier,
diagnostiquer, résoudre,
capitaliser ...

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Une alarme technique (acteurs et éléments fonctionnels)

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Incident Management Process

La recette d'exploitabilité

Détecter et qualifier,
diagnostiquer, résoudre,
capitaliser ...

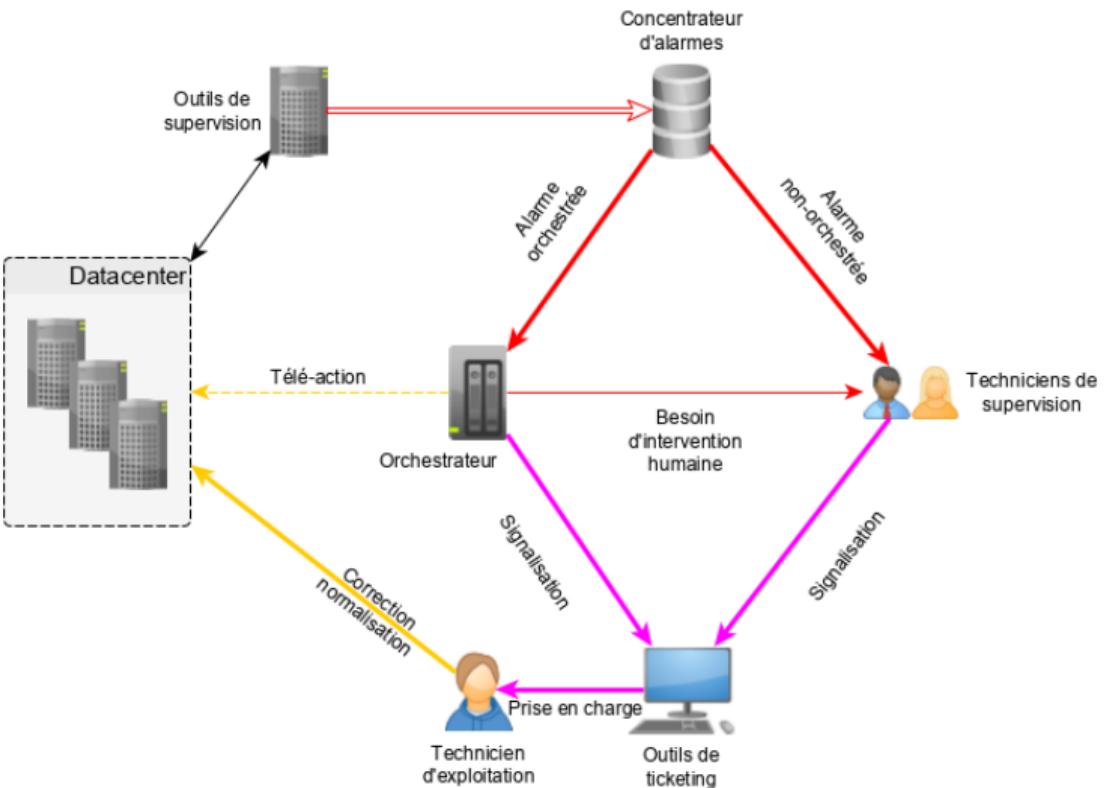
Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References



Une alarme technique (domaines conceptuels)

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Incident Management Process

La recette d'exploitabilité

Détecter et qualifier,
diagnostiquer, résoudre,
capitaliser ...

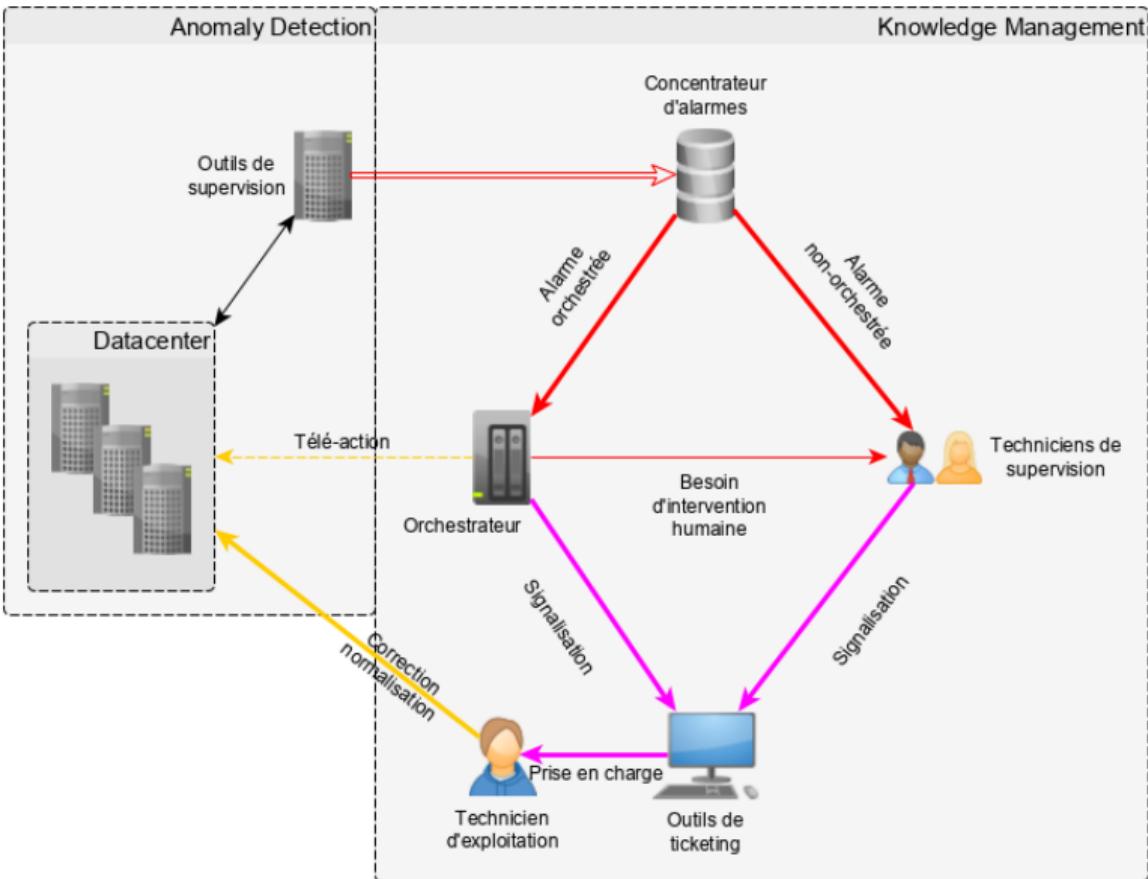
Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References



Une alarme technique (capitaliser, suggérer)

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Incident Management Process

La recette d'exploitabilité

Détecter et qualifier, diagnostiquer, résoudre, capitaliser ...

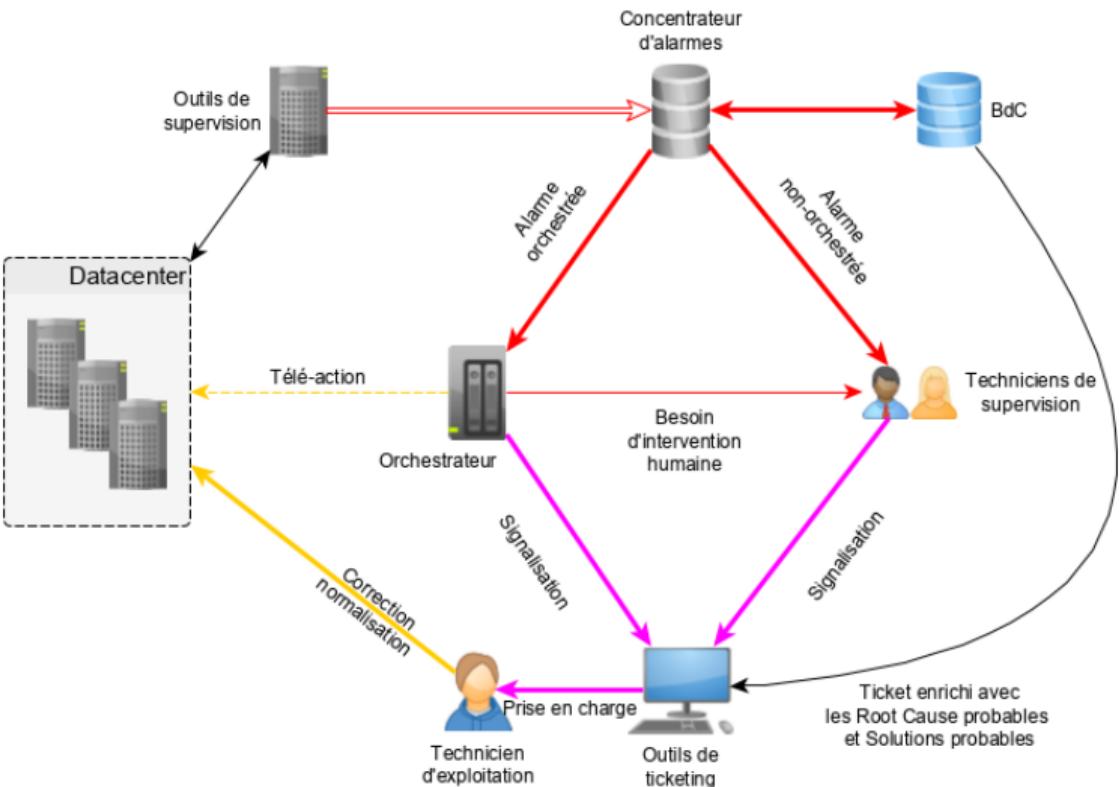
Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References



Une alarme technique (analyser, améliorer)

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Incident Management Process

La recette d'exploitabilité

Détecter et qualifier, diagnostiquer, résoudre, capitaliser ...

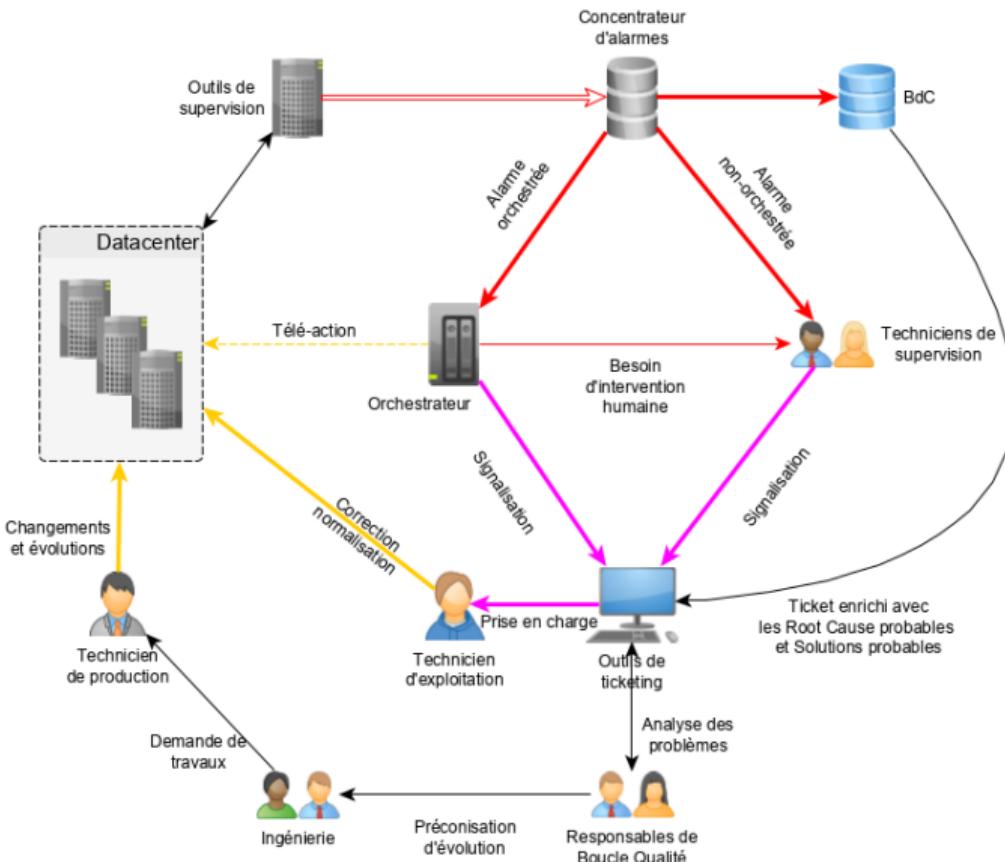
Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

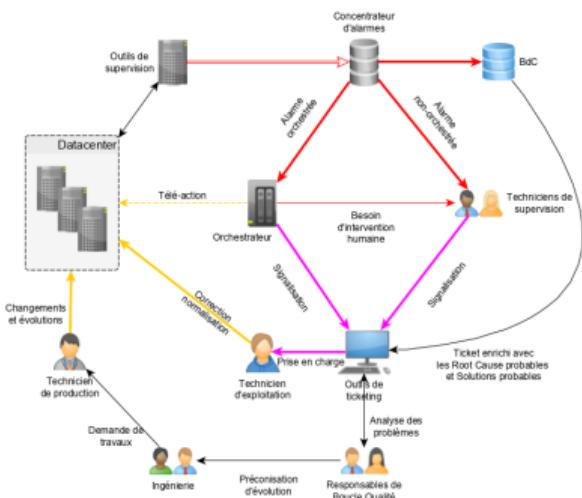


Une alarme technique (réflexions)

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec



→ Voyez-vous une(des) difficulté(s) à la mise en place cette Base de Connaissance avec recommandation de causes et solutions probables ?

→ Voyez-vous une(des) difficulté(s) à faire évoluer les systèmes supervisés ?

→ ... et augmenter le nombre de ressources (infrastructures, systèmes, applications) supervisées ?

→ ... et sur l'interconnexion du système de supervision avec des systèmes externes (p.ex. autres opérateurs, fournisseurs, etc.) ?

→ ... et sur la simplicité de changer le système de supervision ?

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Incident Management Process

La recette d'exploitabilité
Détecer et qualifier,
diagnostiquer, résoudre,
capitaliser ...

Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Partie 2

(vers la) Qualité à la conception

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif
Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable

Modélisable ?

Dichotomies

Run et chaîne de
traitement

Cas d'usage *by design* et
préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

1 Dessine-moi un réseau: jeu introductif

2 Processus et qualité

- Incident Management Process
- La recette d'exploitabilité
- Déetecter et qualifier, diagnostiquer, résoudre, capitaliser ...

3 Le risque et l'inimaginable

- Modélisable ?
- Dichotomies
- *Run et chaîne de traitement*
- Cas d'usage *by design* et *préventif*

4 Gérer en réactif

- L'efficacité opérationnelle
- Renforcer le "by operation"
- Cas d'usage *en réactif*

5 Synthèse

6 Annexe

- Le Groupe Orange et la R&D
- Implémentation d'une matrice de transfert (*K4TMatrix*)
- Acronymes et abréviations
- Bibliographie

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable

Modélisable ?

Dichotomies

*Run et chaîne de
traitement*

Cas d'usage *by design* et
préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Anecdotes d'incidents

- 1 Coupure erronée d'un câble de départ d'antenne + pince pour réparer qui tombe dans le faux planche: *interruption de service avec retard au rétablissement.*
- 2 Ordre de travail pour le décommissionnement d'une baie technique + erreur sur la localisation de l'intervention: *coupure de service d'une Tête De Réseau + reconstruction en urgence.*
- 3 Application dans équipe d'exploitation + absence de purge périodique des logs: *saturation de l'espace disque après 6 ans entraînant un arrêt des traitements.*
- 4 Intervention de nettoyage sur un routeur + commande de suppression mal documentée: *arrêt de la commutation + commande de roll-back.*
- 5 Alimentation électrique sur bloc de secours + absence de supervision des PSU + intervention sur les installations au même moment: *arrêt de service avec imputation erronée sur les intervenants.*
- 6 Court-circuit dans le système de dégivrage d'antennes paraboliques + période de gel intense: *atténuation des transmissions + déneigement périodique à la brosse.*
- 7 Tronçons WDM colocalisés + travaux de génie civil (coup de pelleteuse): *interruption de service avec retard au rétablissement.*
- 8 Travaux de ravalements d'un bâtiment sur un site de transmission + vandalisme (adolescents s'amusant à se balancer sur des antennes paraboliques): *dégradation des transmissions + travaux de mécanique.*
- 9 Travaux d'entretien des arrivées d'énergie sur un site de transmission + chat sauvage s'aventurant dans le tableau primaire de distribution: *coupure du site de transmission + activation des groupes électrogènes.*
- 10 Travaux de prototypage + conflits inter-équipes: *vol de serveur + arrêt du projet.*
- 11 Période de canicule + défaut sur les groupes d'alimentation en eau froide: *arrêt des systèmes de climatisation en salles techniques + dégradation des transmissions (bruit thermique) + ventilation manuelle.*
- 12 Travaux d'extension de salle technique + arrêt forcé des systèmes contrôles d'accès: *vol de cartes de cryptage sur les systèmes de transmission.*

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable

Modélisable ?

Dichotomies

Run et chaîne de traitement

Cas d'usage by design et préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Anecdotes d'incidents (réflexions)

Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

Eléments remarquables

- Problème de conformité référentiel / terrain,
- Problème de délégation de responsabilité et de confiance,
- Conjonction d'un élément déclencheur + élément favorisant,
- Solutions de secours (repli) existantes mais sortant de l'ordinaire.

- ↳ Tout redondancer ?
- ↳ La faute au "facteur humain" ?
- ↳ Renforcer ou accepter (gérer) le risque ?

~~~ (tenter de maîtriser) modéliser de façon,

**Symbolique** : description complète du système et de sa dynamique  
(p.ex. logique du 2nd ordre),

**Probabiliste** : description approchée du système et de sa dynamique  
(p.ex. logique floue).

Dessine-moi un  
réseau: jeu introductif  
Processus et qualité

Le risque et  
l'inimaginable  
Modélisable ?

Dichotomies  
Run et chaîne de  
traitement  
Cas d'usage by design et  
préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

# Anecdotes d'incidents (réflexions)

Eléments  
d'exploitation des  
réseaux pour une  
conception  
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021  
Design and Systems  
Sciences - Design for  
resilient systems 4 -  
CentraleSupélec

## Eléments remarquables

- Problème de conformité référentiel / terrain,
- Problème de délégation de responsabilité et de confiance,
- Conjonction d'un élément déclencheur + élément favorisant,
- Solutions de secours (repli) existantes mais sortant de l'ordinaire.

- *Tout redonner ?*
- *La faute au "facteur humain" ?*
- *Renforcer ou accepter (gérer) le risque ?*

~~~ (tenter de maîtriser) modéliser de façon,

Symbolique : description complète du système et de sa dynamique
(p.ex. logique du 2nd ordre),

Probabiliste : description approchée du système et de sa dynamique
(p.ex. logique floue).

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif
Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable
Modélisable ?

Dichotomies
Run et chaîne de
traitement
Cas d'usage by design et
préventif

Gérer en réactif
Synthèse
Annexe
References

Anecdotes d'incidents (réflexions)

Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

Eléments remarquables

- Problème de conformité référentiel / terrain,
- Problème de délégation de responsabilité et de confiance,
- Conjonction d'un élément déclencheur + élément favorisant,
- Solutions de secours (repli) existantes mais sortant de l'ordinaire.

- *Tout redonner ?*
- *La faute au "facteur humain" ?*
- *Renforcer ou accepter (gérer) le risque ?*

~~ (tenter de maîtriser) modéliser de façon,

Symbolique : description complète du système et de sa dynamique
(p.ex. logique du 2nd ordre),

Probabiliste : description approchée du système et de sa dynamique
(p.ex. logique floue).

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif
Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable
Modélisable ?

Dichotomies
Run et chaîne de
traitement
Cas d'usage by design et
préventif

Gérer en réactif
Synthèse
Annexe
References

Entre le modèle nécessaire et le modèle acquis

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Forces et faiblesses des axes de modélisation,

Symbolique : description complète du système et de sa dynamique
~~ déterminisme (+), explicabilité (+), passage à l'échelle (-).

Probabiliste (connexioniste) : description approchée du système et de sa dynamique
~~ rapidité (+), généralisation (+), généralisation (-).

Approche "cartésienne"

■ Dichotomie "security by design VS by operation"

- security by design \simeq "penser à tout et redonner au maximum",
- security by operation \simeq "une organisation et des outils pour réagir efficacement".

■ Dichotomie "fabricant VS opérateur"

- fabricant \simeq "faire un produit performant qui répond à un maximum de cas d'usages",
- opérateur \simeq "intégrer des produits tiers dans un système complexe pour satisfaire des clients finaux".

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable
Modélisable ?

Dichotomies

Run et chaîne de traitement

Cas d'usage by design et préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Remarque : la causalité est au coeur du sujet ~~ condition INUS [Bre17] (notion de "nécessaire et suffisant").

Proposition : décrire (automatiquement), apprendre (automatiquement), réagir (de façon sécuritaire [Éli09])
~~ "vive la recherche !"

Quelques pistes : process mining [Sch+17], auto-découverte des modes de défaillance [Sih+19], synergies symbolique-connexioniste [Lam+20], apprentissage interactif [Bae+20], causal diagrams et do-calculus [JE14].

Entre le modèle nécessaire et le modèle acquis

Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

Forces et faiblesses des axes de modélisation,

Symbolique : description *complète* du système et de sa dynamique
~~ déterminisme (+), explicabilité (+), passage à l'échelle (-).

Probabiliste (connexioniste) : description *approchée* du système et de sa dynamique
~~ rapidité (+), généralisation (+), généralisation (-).

Approche “cartésienne”

- Dichotomie “*security by design VS by operation*”
 - security by design \simeq “penser à tout et redonner au maximum”,
 - security by operation \simeq “une organisation et des outils pour réagir efficacement”.
- Dichotomie “*fabricant VS opérateur*”
 - fabricant \simeq “faire un produit performant qui répond à un maximum de cas d’usages”,
 - opérateur \simeq “intégrer des produits tiers dans un système complexe pour satisfaire des clients finaux”.

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable
Modélisable ?

Dichotomies

Run et chaîne de
traitement

Cas d'usage *by design et préventif*

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Remarque : la causalité est au cœur du sujet ~~ condition INUS [Bre17] (notion de “nécessaire et suffisant”).

Proposition : décrire (automatiquement), apprendre (automatiquement), réagir (de façon sécuritaire [Éli09])
~~ “vive la recherche !”

Quelques pistes : process mining [Sch+17], auto-découverte des modes de défaillance [Sih+19], synergies symbolique-connexioniste [Lam+20], apprentissage interactif [Bae+20], causal diagrams et do-calculus [JE14].

Entre le modèle nécessaire et le modèle acquis

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Forces et faiblesses des axes de modélisation,

Symbolique : description complète du système et de sa dynamique
~~ déterminisme (+), explicabilité (+), passage à l'échelle (-).

Probabiliste (connexioniste) : description approchée du système et de sa dynamique
~~ rapidité (+), généralisation (+), généralisation (-).

Approche "cartésienne"

- Dichotomie "*security by design VS by operation*"
 - security by design \simeq "penser à tout et redonner au maximum",
 - security by operation \simeq "une organisation et des outils pour réagir efficacement".
- Dichotomie "*fabricant VS opérateur*"
 - fabricant \simeq "faire un produit performant qui répond à un maximum de cas d'usages",
 - opérateur \simeq "intégrer des produits tiers dans un système complexe pour satisfaire des clients finaux".

Remarque : la causalité est au cœur du sujet ~~ condition INUS [Bre17] (notion de "nécessaire et suffisant").

Proposition : décrire (automatiquement), apprendre (automatiquement), réagir (de façon sécuritaire [Éli09])
~~ "vive la recherche !"

Quelques pistes : process mining [Sch+17], auto-découverte des modes de défaillance [Sih+19], synergies symbolique-connexioniste [Lam+20], apprentissage interactif [Bae+20], causal diagrams et do-calculus [JE14].

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable
Modélisable ?

Dichotomies

Run et chaîne de traitement

Cas d'usage by design et préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Entre le modèle nécessaire et le modèle acquis

Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

Forces et faiblesses des axes de modélisation,

Symbolique : description *complète* du système et de sa dynamique
~~ déterminisme (+), explicabilité (+), passage à l'échelle (-).

Probabiliste (connexioniste) : description *approchée* du système et de sa dynamique
~~ rapidité (+), généralisation (+), généralisation (-).

Approche “cartésienne”

■ Dichotomie “*security by design VS by operation*”

- security by design \simeq “penser à tout et redonner au maximum”,
- security by operation \simeq “une organisation et des outils pour réagir efficacement”.

■ Dichotomie “*fabricant VS opérateur*”

- fabricant \simeq “faire un produit performant qui répond à un maximum de cas d’usages”,
- opérateur \simeq “intégrer des produits tiers dans un système complexe pour satisfaire des clients finaux”.

Remarque : la *causalité* est au cœur du sujet ~~ condition INUS [Bre17] (notion de “nécessaire et suffisant”).

Proposition : décrire (automatiquement), apprendre (automatiquement), réagir (de façon sécuritaire [Éli09])
~~ “vive la recherche !”

Quelques pistes : process mining [Sch+17], auto-découverte des modes de défaillance [Sih+19], synergies symbolique-connexioniste [Lam+20], apprentissage interactif [Bae+20], causal diagrams et do-calculus [JE14].

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable
Modélisable ?

Dichotomies

Run et chaîne de
traitement

Cas d'usage by design et
préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

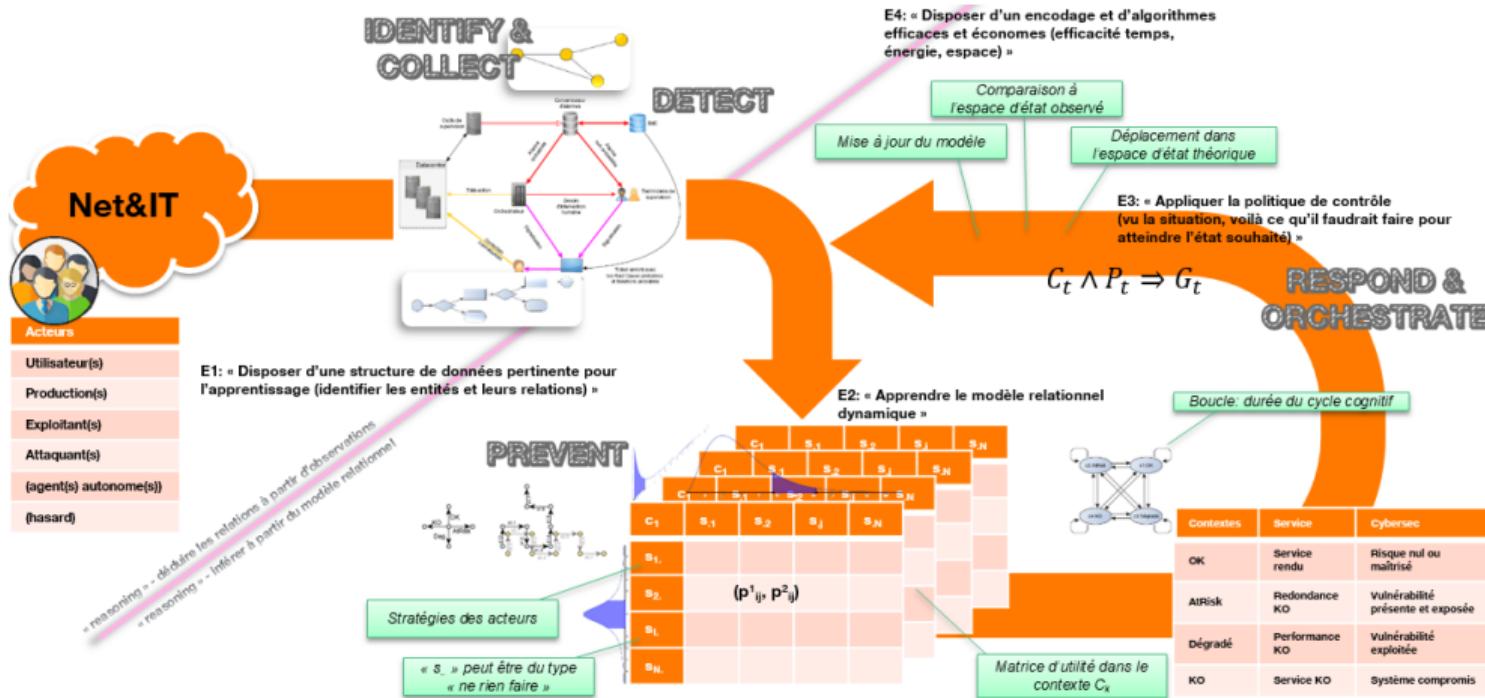
Revoir le “Run” tel un système de décision évolutif

... en attendant cet idéal, faire un petit pas en analysant une *chaîne de traitement décisionnelle*.

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec



Dessine-moi un réseau: jeu introductif
Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable
Modélisable ?
Dichotomies
Run et chaîne de traitement
Cas d'usage by design et préventif

Gérer en réactif
Synthèse
Annexe
References

Tendre vers le “by design” et vers une intégration fabricant-opérateur sans delta

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable
Modélisable ?
Dichotomies

Run et chaîne de traitement

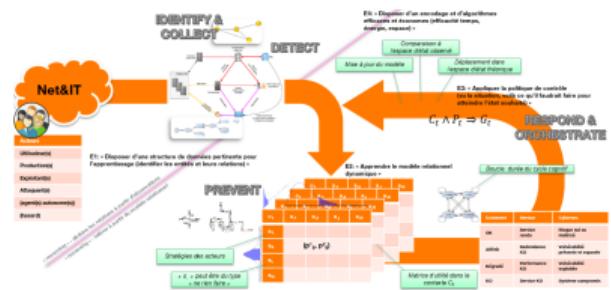
Cas d'usage by design et préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References



Une vue d'ensemble qui permet de,

- cadrer l'*apprentissage comportemental à posteriori* (cf. 3^{ème} partie, p. 42),
- réfléchir à l'*exploitation zero touch* (p.ex. AGI [BCN14], sûreté de fonctionnement et reinforcement learning [PHO19]),
- étudier la causalité dans le “Run”
~~ renforce le “security by operation”,
- capitaliser sur le fonctionnement du système
~~ renforce le “security by design”.

→ travailler vers l'amont ?

Exemples (pages suivantes)

- Estimer les modes de défaillance prépondérant (MID & KB3)
- Maintenance préventive et Tests de redondance (MID & automatisation)
- Estimer la fiabilité de la connectivité (graphes et proba.)
- Estimer les chemins d'attaque et positionner les contremesures (RAG)

Tendre vers le “by design” et vers une intégration fabricant-opérateur sans delta

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable
Modélisable ?
Dichotomies

Run et chaîne de traitement

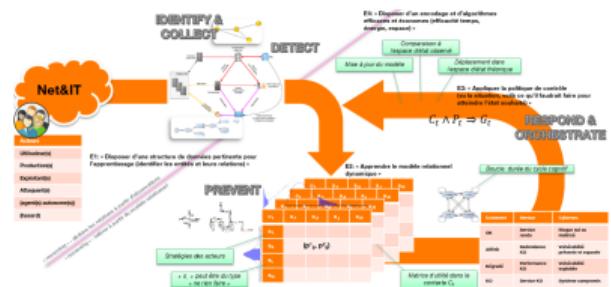
Cas d'usage by design et préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References



Une vue d'ensemble qui permet de,

- cadrer l'*apprentissage comportemental à posteriori* (cf. 3^{ème} partie, p. 42),
- réfléchir à l'*exploitation zero touch* (p.ex. AGI [BCN14], sûreté de fonctionnement et reinforcement learning [PHO19]),
- étudier la causalité dans le “Run”
~~ renforce le “*security by operation*”,
- capitaliser sur le fonctionnement du système
~~ renforce le “*security by design*”.

→ travailler vers l'amont ?

Exemples (pages suivantes)

- Estimer les modes de défaillance prépondérant (MID & KB3)
- Maintenance préventive et Tests de redondance (MID & automatisation)
- Estimer la fiabilité de la connectivité (graphes et proba.)
- Estimer les chemins d'attaque et positionner les contremesures (RAG)

Tendre vers le “by design” et vers une intégration fabricant-opérateur sans delta

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable
Modélisable ?
Dichotomies

Run et chaîne de traitement

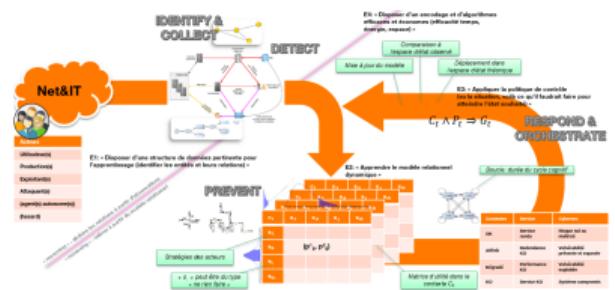
Cas d'usage by design et préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References



Une vue d'ensemble qui permet de,

- cadrer l'*apprentissage comportemental à posteriori* (cf. 3^{ème} partie, p. 42),
- réfléchir à l'*exploitation zero touch* (p.ex. AGI [BCN14], sûreté de fonctionnement et reinforcement learning [PHO19]),
- étudier la causalité dans le “Run”
~~ renforce le “*security by operation*”,
- capitaliser sur le fonctionnement du système
~~ renforce le “*security by design*”.

→ travailler vers l'amont ?

Exemples (pages suivantes)

- 1 Estimer les modes de défaillance prépondérant (MID & KB3)
- 2 Maintenance préventive et Tests de redondance (MID & automatisation)
- 3 Estimer la fiabilité de la connectivité (graphes et proba.)
- 4 Estimer les chemins d'attaque et positionner les contremesures (RAG)

Partie 2 - Cas d'usage

Estimer les modes de défaillance prépondérant (MID & KB3)

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable
Modélisable ?

Dichotomies

Run et chaîne de
traitement

Cas d'usage *by design* et
préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

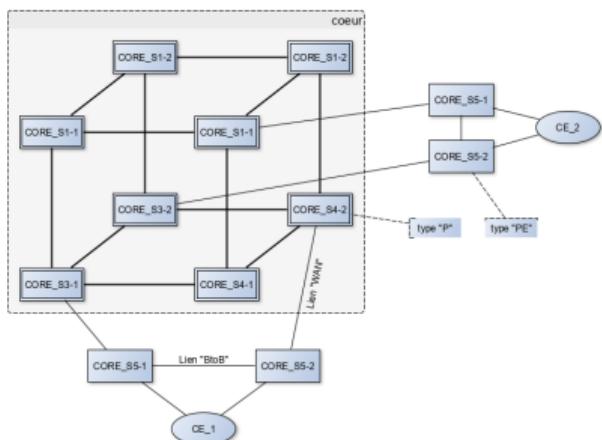
Estimer les modes de défaillance prépondérants

MID (MAN Inter-Datacenters)

- Réseau cœur IP-MPLS cubique,
- Routeurs PE redondés,
- Liaisons PE/P réparties sur 2 sites et 2 parités.

~~ robuste aux doubles pannes.

(caractère 2-connexe et 2-arrête connexe du graphe de l'interconnexion feuille/coeur)

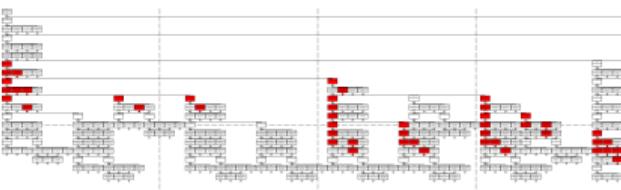


- ~~ identifier (anticiper sur) les faiblesses ?
- ~~ estimer leur probabilité d'occurrence ?

~~ calcul d'arbre de défaillance

("CE_2 relié à une source": 5 modes de défaillance de première complexité, essentiellement au niveau des sites feuille)

~~ calcul de probabilité des séquences de défaillance
(p.ex. simulateur KB3 [Bou08; EM17]).



Attention:

- Explosion combinatoire
(caractère cyclique et fortement connexe du graphe),
- A compléter par des estimations sur le trafic
(p.ex. simulateur NS-3 [NS3]).

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable

Modélisable ?

Dichotomies

Run et chaîne de traitement

Cas d'usage by design et préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

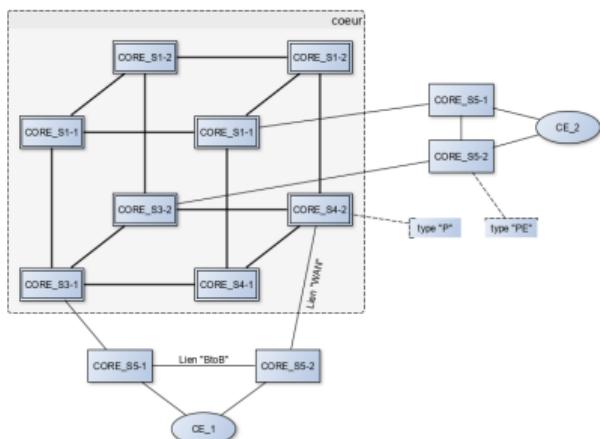
Estimer les modes de défaillance prépondérants

MID (MAN Inter-Datacenters)

- Réseau cœur IP-MPLS cubique,
- Routeurs PE redondés,
- Liaisons PE/P réparties sur 2 sites et 2 parités.

~~ robuste aux doubles pannes.

(caractère 2-connexe et 2-arrête connexe du graphe de l'interconnexion feuille/coeur)

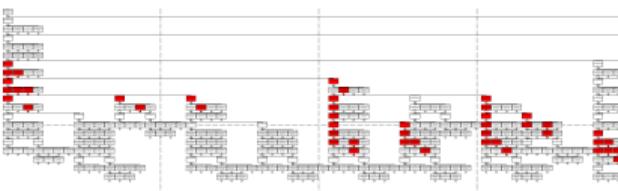


- identifier (anticiper sur) les faiblesses ?
- estimer leur probabilité d'occurrence ?

~~ calcul d'arbre de défaillance

("CE_2 relié à une source": 5 modes de défaillance de première complexité, essentiellement au niveau des sites feuille)

~~ calcul de probabilité des séquences de défaillance
(p.ex. simulateur KB3 [Bou08; EM17]).



Attention:

- Explosion combinatoire
(caractère cyclique et fortement connexe du graphe),
- A compléter par des estimations sur le trafic
(p.ex. simulateur NS-3 [NS3]).

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable

Modélisable ?

Dichotomies

Run et chaîne de traitement

Cas d'usage by design et préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

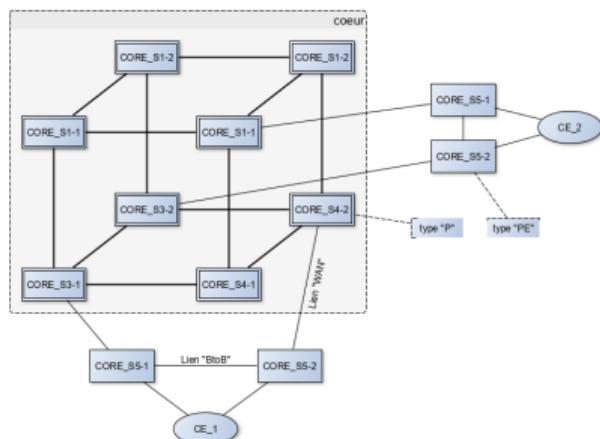
Estimer les modes de défaillance prépondérants

MID (MAN Inter-Datacenters)

- Réseau cœur IP-MPLS cubique,
- Routeurs PE redondés,
- Liaisons PE/P réparties sur 2 sites et 2 parités.

~~ robuste aux doubles pannes.

(caractère 2-connexe et 2-arrête connexe du graphe de l'interconnexion feuille/coeur)

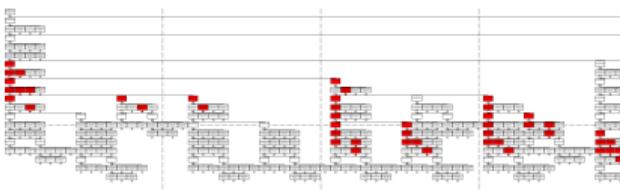


- ~~ identifier (anticiper sur) les faiblesses ?
- ~~ estimer leur probabilité d'occurrence ?

~~ calcul d'arbre de défaillance

("CE_2 relié à une source" : 5 modes de défaillance de première complexité, essentiellement au niveau des sites feuille)

~~ calcul de probabilité des séquences de défaillance
(p.ex. simulateur KB3 [Bou08; EM17]).



Attention:

- Explosion combinatoire
(caractère cyclique et fortement connexe du graphe),
- A compléter par des estimations sur le trafic
(p.ex. simulateur NS-3 [NSN]).

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable

Modélisable ?

Dichotomies

Run et chaîne de traitement

Cas d'usage by design et préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Partie 2 - Cas d'usage

Maintenance préventive et Tests de redondance (MID & automatisation)

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable
Modélisable ?

Dichotomies

Run et chaîne de traitement

Cas d'usage *by design* et préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Maintenance préventive et Tests de redondance

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

MID (MAN Inter-Datacenters)

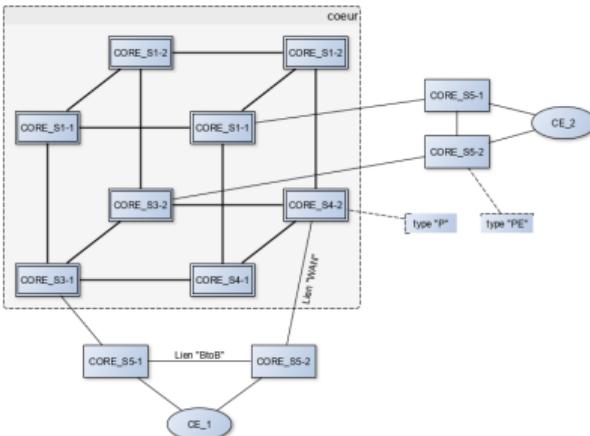
- Automatiser les tests de redondance,
 - Tester pour des raisons de QS,
 - Automatiser pour réduire le risque.
- Opérations essentielles,
 - Isoler un routeur PE,
 - Valider la reprise de trafic sur la parité opposée,
 - Valider l'absence d'impact sur les services.

→ comment qualifier la redondance ?

→ comment automatiser ?

Stratégie en 3 axes (pages suivantes)

- désactiver/activer les interfaces avec maîtrise du risque,
- mesurer le trafic,
- implémenter un protocole de test "autoréparant".



Attention:

- Mesurer le trafic: quand et comment ?
(caractère aléatoire des flux et absence de connaissance des clients),
- Protocole de test: passer de connaissances implicites à des connaissances explicites ?
(expérience du terrain → script).

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable
Modélisable ?
Dichotomies

Run et chaîne de traitement

Cas d'usage by design et préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Maintenance préventive et Tests de redondance

MID (MAN Inter-Datacenters)

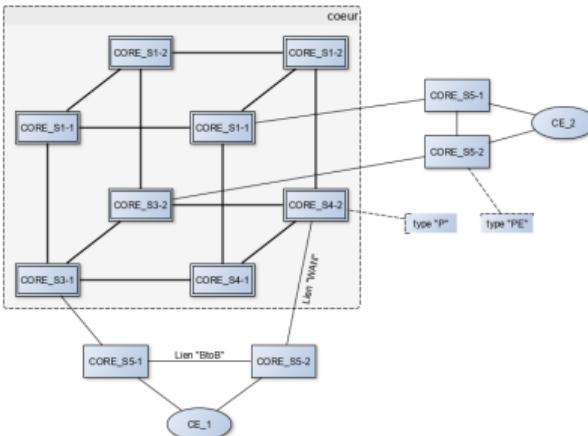
- Automatiser les tests de redondance,
 - Tester pour des raisons de QS,
 - Automatiser pour réduire le risque.
- Opérations essentielles,
 - Isoler un routeur PE,
 - Valider la reprise de trafic sur la parité opposée,
 - Valider l'absence d'impact sur les services.

→ comment qualifier la redondance ?

→ comment automatiser ?

Stratégie en 3 axes (pages suivantes)

- désactiver/activer les interfaces avec maîtrise du risque,
- mesurer le trafic,
- implémenter un protocole de test "autoréparant".



Attention:

- Mesurer le trafic: quand et comment ?
(caractère aléatoire des flux et absence de connaissance des clients),
- Protocole de test: passer de connaissances implicites à des connaissances explicites ?
(expérience du terrain → script).

Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable
Modélisable ?
Dichotomies

Run et chaîne de
traitement

Cas d'usage by design et
préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Maintenance préventive et Tests de redondance

MID (MAN Inter-Datacenters)

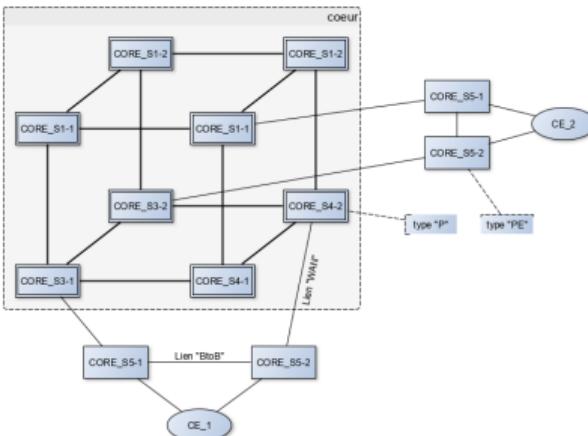
- Automatiser les tests de redondance,
 - Tester pour des raisons de QS,
 - Automatiser pour réduire le risque.
- Opérations essentielles,
 - Isoler un routeur PE,
 - Valider la reprise de trafic sur la parité opposée,
 - Valider l'absence d'impact sur les services.

→ comment qualifier la redondance ?

→ comment automatiser ?

Stratégie en 3 axes (pages suivantes)

- 1 désactiver/activer les interfaces avec maîtrise du risque,
- 2 mesurer le trafic,
- 3 implémenter un protocole de test "autoréparant".



Attention:

- Mesurer le trafic: quand et comment ?
(caractère aléatoire des flux et absence de connaissance des clients),
- Protocole de test: passer de connaissances implicites à des connaissances explicites ?
(expérience du terrain → script).

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable
Modélisable ?
Dichotomies

Run et chaîne de traitement

Cas d'usage by design et préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Maintenance préventive et Tests de redondance

MID (MAN Inter-Datacenters)

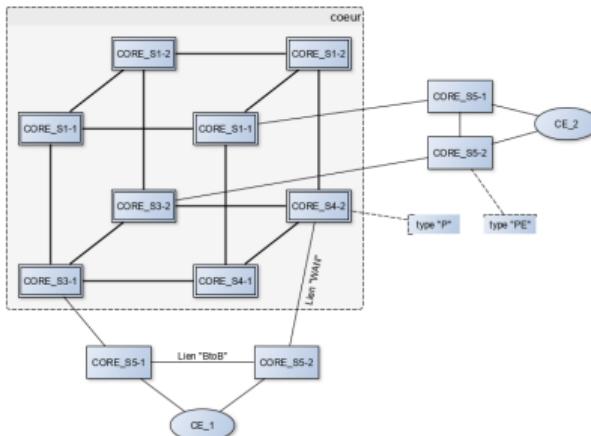
- Automatiser les tests de redondance,
 - Tester pour des raisons de QS,
 - Automatiser pour réduire le risque.
- Opérations essentielles,
 - Isoler un routeur PE,
 - Valider la reprise de trafic sur la parité opposée,
 - Valider l'absence d'impact sur les services.

→ comment qualifier la redondance ?

→ comment automatiser ?

Stratégie en 3 axes (pages suivantes)

- 1 désactiver/activer les interfaces avec maîtrise du risque,
- 2 mesurer le trafic,
- 3 implémenter un protocole de test "autoréparant".



Attention:

- Mesurer le trafic: quand et comment ?
(caractère aléatoire des flux et absence de connaissance des clients),
- Protocole de test: passer de connaissances implicites à des connaissances explicites ?
(expérience du terrain → script).

Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable
Modélisable ?
Dichotomies

Run et chaîne de
traitement

Cas d'usage by design et
préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

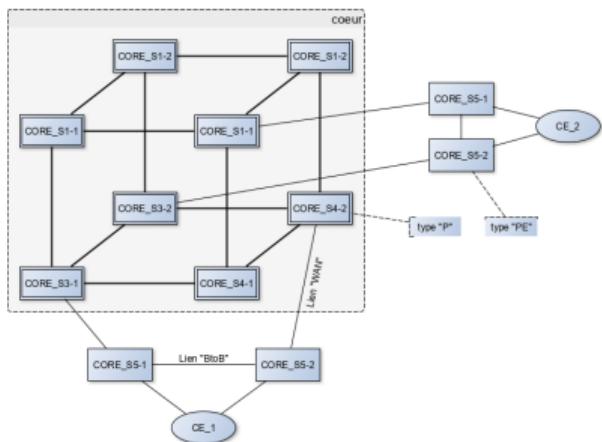
Maintenance préventive et Tests de redondance

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

(1/3) Désactiver/activer les interfaces avec maîtrise du risque,



Basculer si la liaison WAN duale est KO

~~ Mesurer [$\text{operStatus}(\text{lag}_{\text{dual}})$]

- Go, si = UP,
- No go, sinon.

Intervenir si des opérations programmées sont prévues sur la même plage horaire

~~ Relever les opérations prévues sur le périmètre

- Go, si = 0,
- No go, sinon.

Perdre la main sur les équipements

~~ Intervenir sur le nœud en amont

- WAN, SHUT depuis le routeur P,
- BtoB, SHUT depuis le PE dual.

~~ ne surtout pas ...

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable
Modélisable ?

Dichotomies
Run et chaîne de traitement

Cas d'usage by design et préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Maintenance préventive et Tests de redondance

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable
Modélisables ?
Dichotomies

Run et chaîne de traitement

Cas d'usage by design et préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

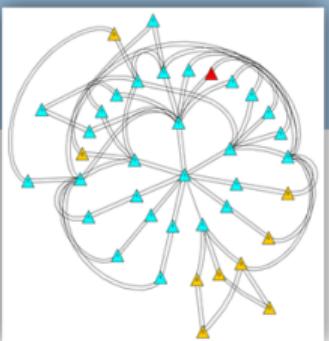
Temps de convergence

Réseau

- Mesurer le conditionnement de la diffusion des messages de l'IGP

Applications

- Appliquer un délai d'observation



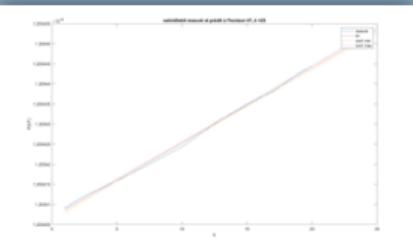
Caractéristiques du trafic

Saisonnalité

- Durée du protocole < temps de cohérence

Stochastique & auto-similitude

- Echantillonnage des volumes de données échangés & estimation par moindres carrés
- Prédicat utilisant une erreur relative



Débits résiduels de chaque parité

Mesure en 2 temps

- Avant bascule : $D_{t1,Rx}$ et $D_{t1,Ry}$
- Après bascule : $D_{t2,Ry}$

$$\delta D := \frac{(\widehat{D}_{t2,Ry} - \widehat{D}_{t1,Ry}) - \widehat{D}_{t1,Rx}}{|\widehat{D}_{t1,Rx}|}$$

$$\kappa := |\delta D| < \alpha, \kappa \in \{Vrai, Faux\}$$

Maintenance préventive et Tests de redondance

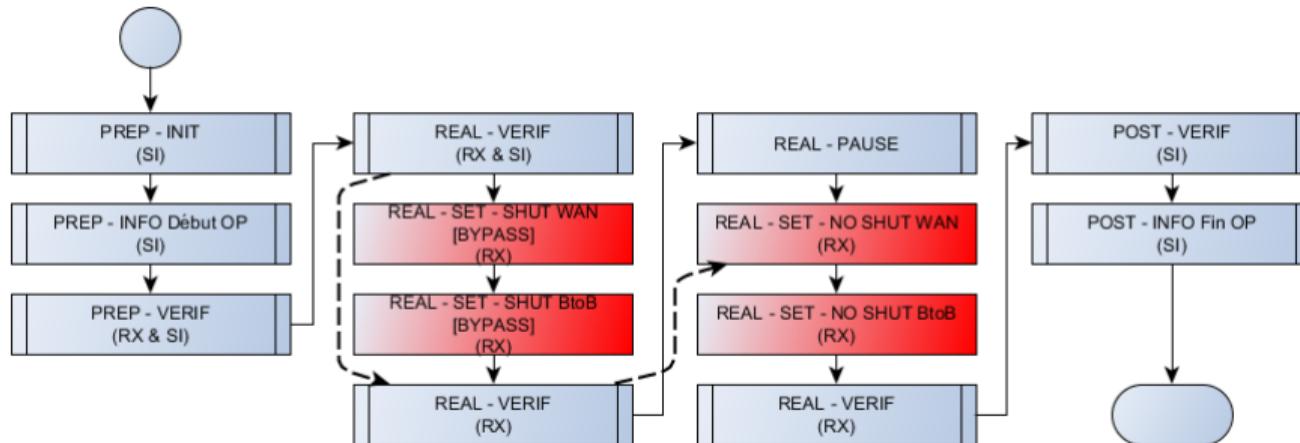
Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

(3/3) Implémenter un protocole de test “autoréparant” ...

- ~ 3 phases: Préparation / Réalisation / Post-op.
- ~ Conditions d'arrêt: Bypass sur échec d'un cas de test critique amont.



Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable
Modélisable ?
Dichotomies

Run et chaîne de traitement

Cas d'usage by design et préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Partie 2 - Cas d'usage

Estimer la fiabilité de la connectivité (graphes et proba.)

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable
Modélisable ?

Dichotomies

Run et chaîne de
traitement

Cas d'usage *by design* et
préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

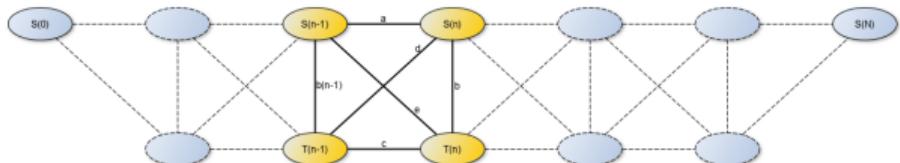
Estimer la fiabilité de la connectivité

Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

Connecter 2 points ...



... passe par un réseau (généralement) maillé.

- ~ factorisation du réseau (p.ex. graphes K_4 , cf. méthode des matrices de transfert [Chi07]),
- ~ calcul de connectivité par cellules élémentaires de maillage (cf. implémentation de K4TMatrix p. 62),
- ~ calcul de connectivité de bout-en-bout par produit des cellules:

```
M0 = K4TMatrix(d1, 0, 0, 0, 0, 1, 0);  
M1 = K4TMatrix(d1, d1, d1, d1, d1, dn, dn);  
...  
M5 = K4TMatrix(d1, 0, 0, 0, 0, 1, 0);  
  
Rel2 = [1 0 0 0 0] * M5 * M4 * M3 * M2 * M1 * M0 * [1 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0]
```

Attention:

- Matrice de transfert fastidieuse à concevoir selon la structure de la cellule.

→ estimer la connectivité (disponibilité) a priori ?
→ gérer la combinatoire intrinsèque aux réseaux complexes ?

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable

Modélisables ?

Dichotomies

Run et chaîne de traitement

Cas d'usage by design et préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

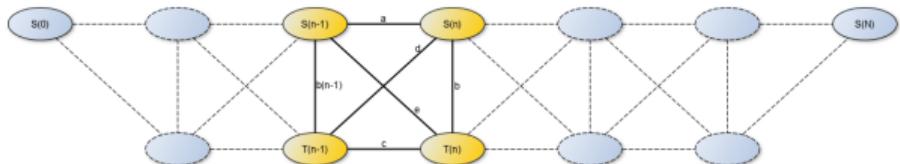
Estimer la fiabilité de la connectivité

Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

Connecter 2 points ...



... passe par un réseau (généralement) maillé.

- ~~ factorisation du réseau (p.ex. graphes K_4 , cf. méthode des matrices de transfert [Chi07]),
- ~~ calcul de connectivité par cellules élémentaires de maillage (cf. implémentation de K4TMatrix p. 62),
- ~~ calcul de connectivité de bout-en-bout par produit des cellules:

```
MO = K4TMatrix(d1, 0, 0, 0, 0, 1, 0);
M1 = K4TMatrix(d1, d1, d1, d1, d1, dn, dn);
...
M5 = K4TMatrix(d1, 0, 0, 0, 0, 1, 0);
Rel2 = [1 0 0 0 0] * M5 * M4 * M3 * M2 * M1 * MO * [1 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0]
```

Attention:

- Matrice de transfert fastidieuse à concevoir selon la structure de la cellule.

→ estimer la connectivité (disponibilité) a priori ?
→ gérer la combinatoire intrinsèque aux réseaux complexes ?

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable

Modélisables ?

Dichotomies

Run et chaîne de traitement

Cas d'usage by design et préventif

Gérer en réactif

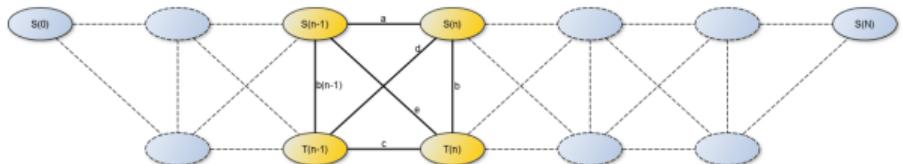
Synthèse

Annexe

References

Estimer la fiabilité de la connectivité

Connecter 2 points ...



... passe par un réseau (généralement) maillé.

- ~~ factorisation du réseau (p.ex. graphes K_4 , cf. méthode des matrices de transfert [Chr07]),
- ~~ calcul de connectivité par cellules élémentaires de maillage (cf. implémentation de K4TMatrix p. 62),
- ~~ calcul de connectivité de bout-en-bout par produit des cellules:

```
M0 = K4TMatrix(d1, 0, 0, 0, 0, 1, 0);
M1 = K4TMatrix(d1, d1, d1, d1, d1, dn, dn);
...
M5 = K4TMatrix(d1, 0, 0, 0, 0, 1, 0);

Rel12 = [1 0 0 0 0] * M5 * M4 * M3 * M2 * M1 * M0 * [1 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0]
```

Attention:

- Matrice de transfert fastidieuse à concevoir selon la structure de la cellule.

Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable
Modélisable ?

Dichotomies
Run et chaîne de
traitement

Cas d'usage by design et
préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Partie 2 - Cas d'usage

Estimer les chemins d'attaque et positionner les contremesures (RAG)

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable
Modélisable ?
Dichotomies

Run et chaîne de
traitement

Cas d'usage *by design* et
préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Risk Assessment Graph (RAG)

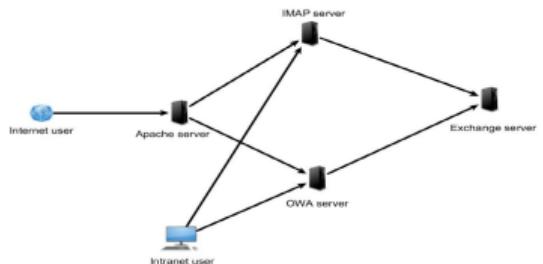
Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

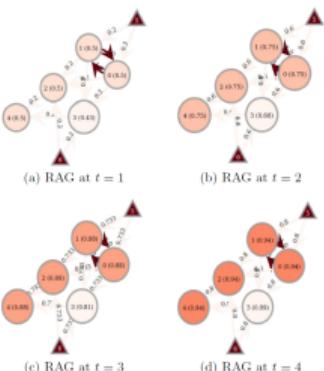
Un réseau est sensible aux cyber-attaques:

- Vulnérabilités liées au code applicatif,
- Exposition des vulnérabilités augmentant avec le temps.



- identifier (anticiper sur) les chemins (scénarios) d'attaque ?
- positionner idéalement les contre-mesures ?

- identifier les vulnérabilités de chaque ressource (nœud) du réseau,
- calculer un risque composite (potentialité, accessibilité) dynamique pour chaque noeud du réseau,
- calculer le chemin d'attaque principal (cf. méthode 'RAGs: tool for dynamic risk' [Nau+16]).



Attention:

- Capture des connaissances,
- Mesures de vulnérabilité,
- Généralisation et sémantique des descriptions.

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable
Modélisable ?
Dichotomies

Run et chaîne de traitement

Cas d'usage by design et préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Risk Assessment Graph (RAG)

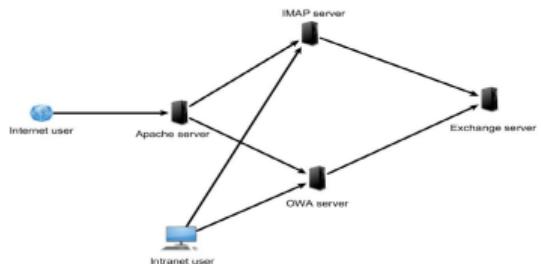
Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

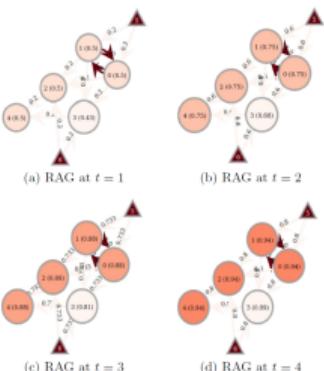
Un réseau est sensible aux cyber-attaques:

- Vulnérabilités liées au code applicatif,
- Exposition des vulnérabilités augmentant avec le temps.



- identifier (anticiper sur) les chemins (scénarios) d'attaque ?
- positionner idéalement les contre-mesures ?

- identifier les vulnérabilités de chaque ressource (nœud) du réseau,
- calculer un risque composite (potentialité, accessibilité) dynamique pour chaque noeud du réseau,
- calculer le chemin d'attaque principal (cf. méthode 'RAGs: tool for dynamic risk' [Nau+16]).



Attention:

- Capture des connaissances,
- Mesures de vulnérabilité,
- Généralisation et sémantique des descriptions.

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable
Modélisable ?
Dichotomies

Run et chaîne de traitement

Cas d'usage by design et préventif

Gérer en réactif

Synthèse

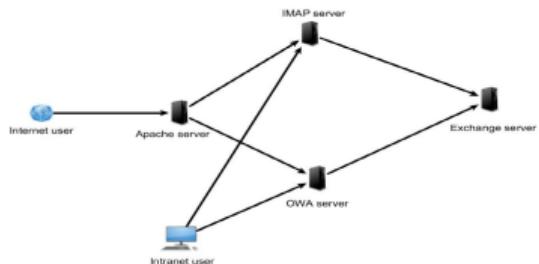
Annexe

References

Risk Assessment Graph (RAG)

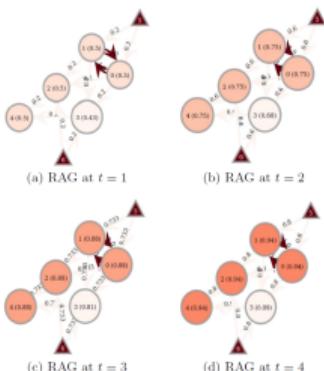
Un réseau est sensible aux cyber-attaques:

- Vulnérabilités liées au code applicatif,
- Exposition des vulnérabilités augmentant avec le temps.



- ↪ identifier (anticiper sur) les chemins (scénarios) d'attaque ?
- ↪ positionner idéalement les contre-mesures ?

- ~~ identifier les vulnérabilités de chaque ressource (nœud) du réseau,
- ~~ calculer un risque composite (potentialité, accessibilité) dynamique pour chaque noeud du réseau,
- ~~ calculer le chemin d'attaque principal
(cf. méthode "RAGs: tool for dynamic risk" [Nag+16]).



Attention:

- Capture des connaissances,
- Mesures de vulnérabilité,
- Généralisation et sémantique des descriptions.

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable
Modélisable ?
Dichotomies

Run et chaîne de traitement

Cas d'usage by design et préventif

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Partie 3

Qualité en réactif

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

L'efficacité opérationnelle
Renforcer le "by
operation"

Cas d'usage *en réactif*

Synthèse

Annexe

References

1 Dessine-moi un réseau: jeu introductif

2 Processus et qualité

- Incident Management Process
- La recette d'exploitabilité
- Déetecter et qualifier, diagnostiquer, résoudre, capitaliser ...

3 Le risque et l'inimaginable

- Modélisable ?
- Dichotomies
- Run et chaîne de traitement
- Cas d'usage *by design* et *préventif*

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

4 Gérer en réactif

- L'efficacité opérationnelle
- Renforcer le "by operation"
- Cas d'usage *en réactif*

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

L'efficacité opérationnelle
Renforcer le "by
operation"
Cas d'usage *en réactif*

5 Synthèse

Synthèse

6 Annexe

- Le Groupe Orange et la R&D
- Implémentation d'une matrice de transfert (*K4TMatrix*)
- Acronymes et abréviations
- Bibliographie

Annexe

References

La vie d'un réseau ?

Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec



Ce n'est pas qu'une histoire technique ...

- Des milliers d'équipements,
- Un processus Think / Build / Run,
- Une organisation en silos,
- Des Service Level Agreements (SLA),
- Une augmentation de trafic et de complexité,
- Des milliers d'opérations par mois.

→ *Comment être efficace lors d'un incident ?*

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

L'efficacité opérationnelle
Renforcer le "by
operation"

Cas d'usage en réactif

Synthèse

Annexe

References

Localiser un incident en moins de 15 minutes ?

~~> Travailler autour de l'IMP (cf. p. 13)

Le besoin métier

- Réduire le temps de localisation de la cause racine
- Identifier les défauts de cause(s) commune(s)
- Déetecter les événements complexes

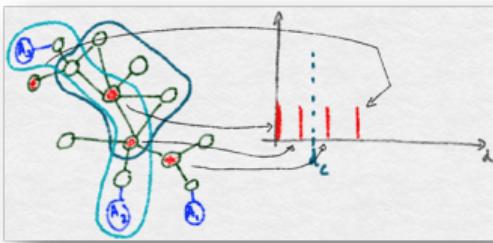
Les questions structurantes

- Lien entre CHANGEs et INCIDENTs ?
- Phénomènes de diffusion des alarmes (temps, espace) ?
- Capacité de travailler sur des motifs d'événements ?

Comment procéder

- Analyse du réseau et des journaux d'événements via science des données
- Intégration dans la chaîne d'orchestration de la supervision

Une intuition ...



Deux mondes, deux modes de représentation:

- Supervision = journaux d'événements (\simeq série temporelle),
- Réseaux de télécommunication = graphes.

~~> combiner les deux et en tirer le meilleur (prédition du risque).

Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

L'efficacité opérationnelle
Renforcer le "by
operation"

Cas d'usage en réactif

Synthèse

Annexe

References

Localiser un incident en moins de 15 minutes ?

↔ Travailler autour de l'IMP (cf. p. 13)

Le besoin métier

- Réduire le temps de localisation de la cause racine
- Identifier les défauts de cause(s) commune(s)
- Déetecter les événements complexes

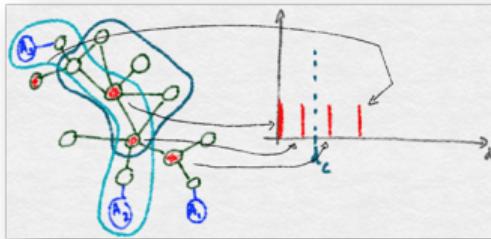
Les questions structurantes

- Lien entre CHANGEs et INCIDENTs ?
- Phénomènes de diffusion des alarmes (temps, espace) ?
- Capacité de travailler sur des motifs d'événements ?

Comment procéder

- Analyse du réseau et des journaux d'événements via science des données
- Intégration dans la chaîne d'orchestration de la supervision

Une intuition ...



Deux mondes, deux modes de représentation:

- Supervision = journaux d'événements (\simeq série temporelle),
- Réseaux de télécommunication = graphes.

↔ combiner les deux et en tirer le meilleur (prédition du risque).

Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

L'efficacité opérationnelle
Renforcer le "by
operation"

Cas d'usage en réactif

Synthèse

Annexe

References

Localiser un incident en moins de 15 minutes ?

~~> Travailler autour de l'IMP (cf. p. 13)

Le besoin métier

- Réduire le temps de localisation de la cause racine
- Identifier les défauts de cause(s) commune(s)
- Déetecter les événements complexes

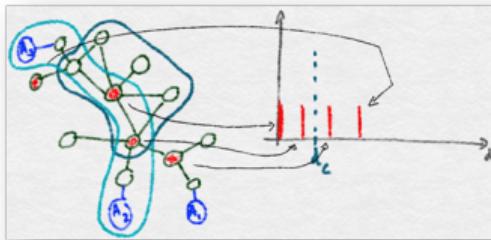
Les questions structurantes

- Lien entre CHANGEs et INCIDENTs ?
- Phénomènes de diffusion des alarmes (temps, espace) ?
- Capacité de travailler sur des motifs d'événements ?

Comment procéder

- Analyse du réseau et des journaux d'événements via science des données
- Intégration dans la chaîne d'orchestration de la supervision

Une intuition ...



Deux mondes, deux modes de représentation:

- Supervision = journaux d'événements (\simeq série temporelle),
- Réseaux de télécommunication = graphes.

~~> combiner les deux et en tirer le meilleur (prédition du risque).

Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

L'efficacité opérationnelle
Renforcer le "by
operation"

Cas d'usage en réactif

Synthèse

Annexe

References

Renforcer le “by operation”

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec



↪ outiller l'aval ? (circonscrire la zone de recherche)

↪ contextualiser l'information ?

Exemples (pages suivantes)

- ▢ Une carte et des séries
- ▢ Arbre de causalité et profondeur de diffusion
- ▢ L'élément commun
- ▢ Des motifs dans les logs
- ▢ Recommandation de cause racine et de solution

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

L'efficacité opérationnelle

Renforcer le “by operation”

Cas d'usage en réactif

Synthèse

Annexe

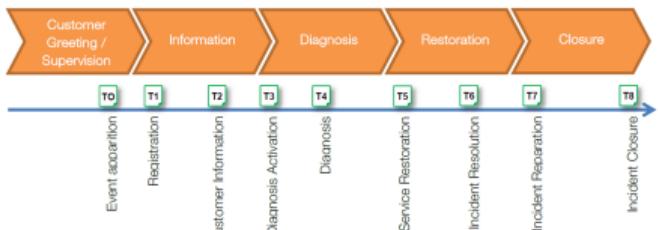
References

Renforcer le “by operation”

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec



→ outiller l’aval ? (circonscrire la zone de recherche)

→ contextualiser l’information ?

Exemples (pages suivantes)

- 1 Une carte et des séries
- 2 Arbre de causalité et profondeur de diffusion
- 3 L’élément commun
- 4 Des motifs dans les logs
- 5 Recommandation de cause racine et de solution

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

L’efficacité opérationnelle

Renforcer le “by operation”

Cas d’usage en réactif

Synthèse

Annexe

References

Partie 3 - Cas d'usage

Une carte et des séries

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif
Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif
L'efficacité opérationnelle
Renforcer le "by
operation"
Cas d'usage en réactif

Synthèse

Annexe

References

Eléments de réseau impactés et observation des corrélations

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

L'efficacité opérationnelle
Renforcer le "by operation"

Cas d'usage en réactif

Synthèse

Annexe

References



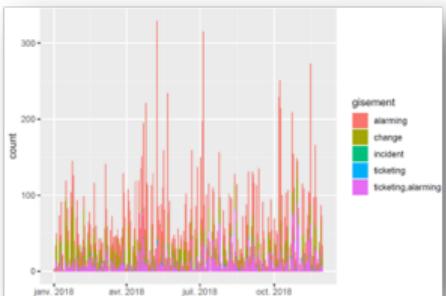
- Identifier les infrastructures impactées dans leur contexte ?
- Identifier un lien entre CHANGE et INCIDENT ?
- Envisager l'étude de la dynamique des incidents sur le réseau ?

~~> projeter les événements sur la carte du réseau,
~~> analyser l'évolution de la carte.

Résultats

- Système de visualisation sous forme de carte
- Volumétrie des alarmes expliquée
 - par les CHANGES,
 - par le cycle hebdomadaire des opérations.
- Un temps de cohérence du réseau de 1 journée.

~~> borne de recherche en temps !



Eléments de réseau impactés et observation des corrélations

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

L'efficacité opérationnelle
Renforcer le "by operation"

Cas d'usage en réactif

Synthèse

Annexe

References

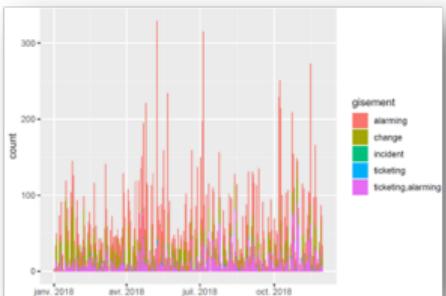


- Identifier les infrastructures impactées dans leur contexte ?
- Identifier un lien entre CHANGE et INCIDENT ?
- Envisager l'étude de la dynamique des incidents sur le réseau ?
 - ~~ projeter les événements sur la carte du réseau,
 - ~~ analyser l'évolution de la carte.

Résultats

- Système de visualisation sous forme de carte
- Volumétrie des alarmes expliquée
 - par les CHANGES,
 - par le cycle hebdomadaire des opérations.
- Un temps de cohérence du réseau de 1 journée.

~~ borne de recherche en temps !



Eléments de réseau impactés et observation des corrélations

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

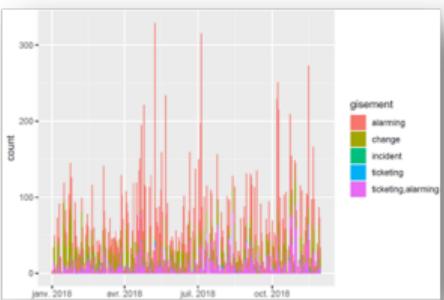
L'efficacité opérationnelle
Renforcer le "by operation"

Cas d'usage en réactif

Synthèse

Annexe

References



- Identifier les infrastructures impactées dans leur contexte ?
- Identifier un lien entre CHANGE et INCIDENT ?
- Envisager l'étude de la dynamique des incidents sur le réseau ?
 - ~~ projeter les événements sur la carte du réseau,
 - ~~ analyser l'évolution de la carte.

Résultats

- Système de visualisation sous forme de carte
- Volumétrie des alarmes expliquée
 - par les CHANGES,
 - par le cycle hebdomadaire des opérations.
- Un temps de cohérence du réseau de 1 journée.

~~ borne de recherche en temps !

Partie 3 - Cas d'usage

Arbre de causalité et profondeur de diffusion

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

L'efficacité opérationnelle
Renforcer le "by
operation"

Cas d'usage en réactif

Synthèse

Annexe

References

Phénomènes de diffusion des alarmes

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec



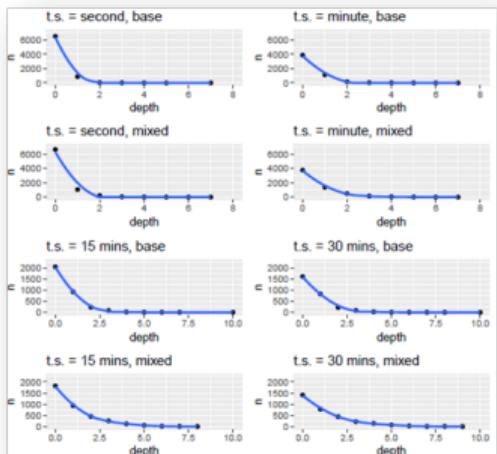
- identifier les phénomènes de diffusion d'alarmes ?
- simplifier la RCA ?

Attention:

- Relier des événements proches,
- Ne pas relier des événements distants physiquement.

~~ arbre de causalité modéré par la distance physique (ou logique),

~~ validation du modèle sur diverses périodes d'échantillonnage et contre un modèle aléatoire [LAF12].



Résultats

- Prépondérance d'événements singuliers,
- Des diffusions d'au plus 3 noeuds en moyenne.

~~ borne de recherche en espace !

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

L'efficacité opérationnelle

Renforcer le "by operation"

Cas d'usage en réactif

Synthèse

Annexe

References

Phénomènes de diffusion des alarmes

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

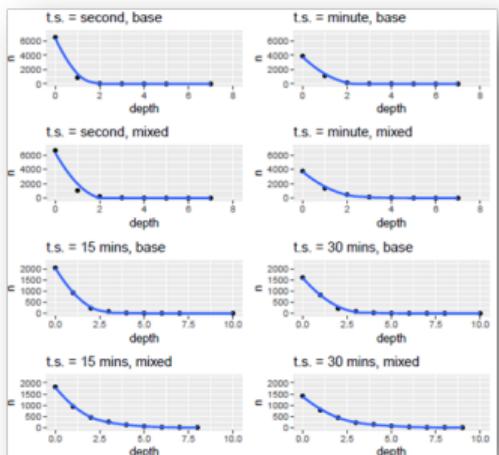
L'efficacité opérationnelle
Renforcer le "by operation"

Cas d'usage en réactif

Synthèse

Annexe

References



- identifier les phénomènes de diffusion d'alarmes ?
- simplifier la RCA ?

Attention:

- Relier des événements proches,
- Ne pas relier des événements distants physiquement.

~~ arbre de causalité modéré par la distance physique (ou logique),

~~ validation du modèle sur diverses périodes d'échantillonnage et contre un modèle aléatoire [LAF12].

Résultats

- Prépondérance d'événements singuliers,
- Des diffusions d'au plus 3 noeuds en moyenne.

~~ borne de recherche en espace !

Phénomènes de diffusion des alarmes

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

L'efficacité opérationnelle
Renforcer le "by operation"

Cas d'usage en réactif

Synthèse

Annexe

References



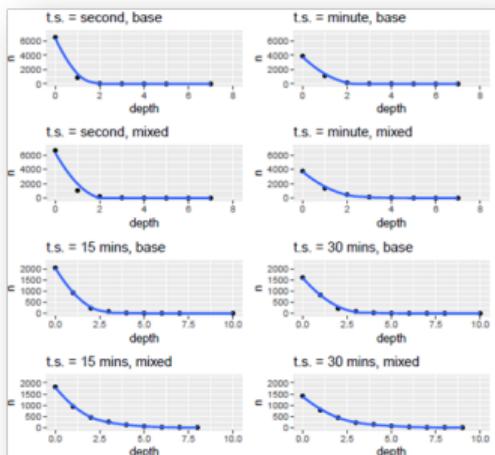
- identifier les phénomènes de diffusion d'alarmes ?
- simplifier la RCA ?

Attention:

- Relier des événements proches,
- Ne pas relier des événements distants physiquement.

~~ arbre de causalité modéré par la distance physique (ou logique),

~~ validation du modèle sur diverses périodes d'échantillonnage et contre un modèle aléatoire [LAF12].



Résultats

- Prépondérance d'événements singuliers,
- Des diffusions d'au plus 3 nœuds en moyenne.

~~ borne de recherche en espace !

Partie 3 - Cas d'usage

L'élément commun

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif
Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif
L'efficacité opérationnelle
Renforcer le "by
operation"
Cas d'usage en réactif

Synthèse

Annexe

References

Quels éléments de réseau sont communs à 2, 3, ... N incidents

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Hypothèses:

- Les flux suivent les chemins physiques les plus courts,
- Un nœud commun à 2 événements distincts est probablement porteur de la cause.

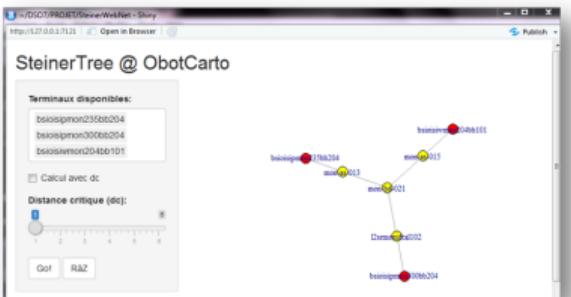
Résultats

- Calcul d'un arbre de Steiner pour N équipements (switch, routeur, VM, etc.) impactés,
- L'arbre de Steiner suggère
 - le cheminement des flux,
 - les nœuds communs.
- Afficher les voisins de ces nœuds pour élargir la recherche.

~~ ciblage périphérique de la recherche de cause racine !

Attention:

- Problème de l'arbre de Steiner: problème NP-complet en général.



Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

L'efficacité opérationnelle
Renforcer le "by operation"

Cas d'usage en réactif

Synthèse

Annexe

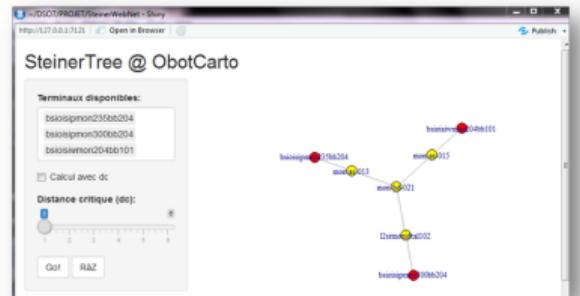
References

Quels éléments de réseau sont communs à 2, 3, ... N incidents

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec



Hypothèses:

- Les flux suivent les chemins physiques les plus courts,
- Un nœud commun à 2 événements distincts est probablement porteur de la cause.

Résultats

- Calcul d'un arbre de Steiner pour N équipements (switch, routeur, VM, etc.) impactés,
- L'arbre de Steiner suggère
 - le cheminement des flux,
 - les nœuds communs.
- Afficher les voisins de ces nœuds pour élargir la recherche.

~~ ciblage périphérique de la recherche de cause racine !

Attention:

- Problème de l'arbre de Steiner: problème NP-complet en général.

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

L'efficacité opérationnelle
Renforcer le "by operation"

Cas d'usage en réactif

Synthèse

Annexe

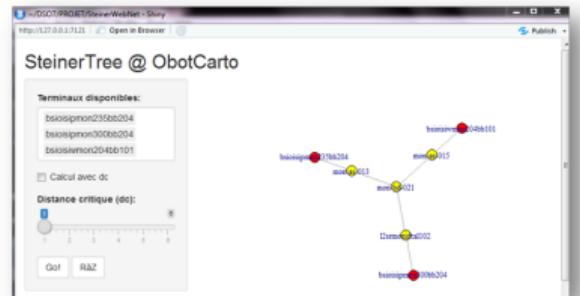
References

Quels éléments de réseau sont communs à 2, 3, ... N incidents

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec



Hypothèses:

- Les flux suivent les chemins physiques les plus courts,
- Un nœud commun à 2 événements distincts est probablement porteur de la cause.

Résultats

- Calcul d'un arbre de Steiner pour N équipements (switch, routeur, VM, etc.) impactés,
- L'arbre de Steiner suggère
 - le cheminement des flux,
 - les nœuds communs.
- Afficher les voisins de ces nœuds pour élargir la recherche.

~~ ciblage périphérique de la recherche de cause racine !

Attention:

- Problème de l'arbre de Steiner: problème NP-complet en général.

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

L'efficacité opérationnelle
Renforcer le "by operation"

Cas d'usage en réactif

Synthèse

Annexe

References

Partie 3 - Cas d'usage

Des motifs dans les logs

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif
Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif
L'efficacité opérationnelle
Renforcer le "by
operation"
Cas d'usage en réactif

Synthèse

Annexe

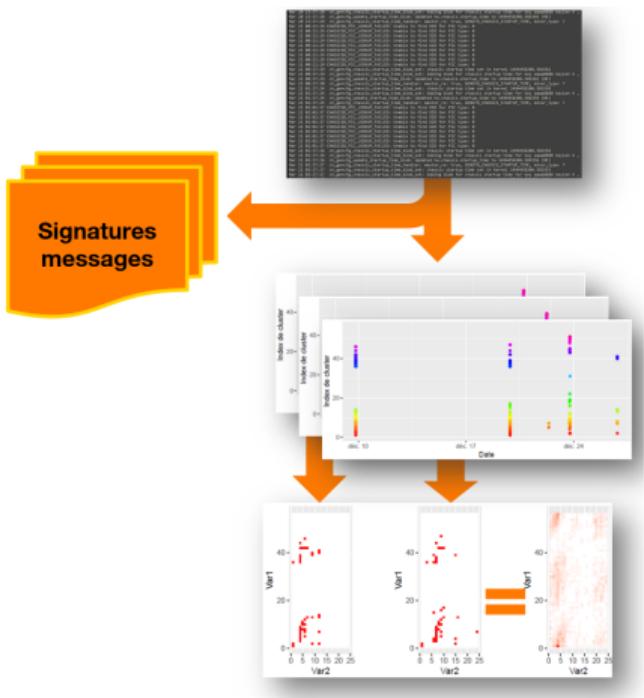
References

Simplifier l'analyse de logs volumineux multi tenants

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec



→ détecter et comparer des motifs d'événements ?

- ~ recherche d'invariants structurels dans les logs [Aha+09],
- ~ comparaison de motifs (produit de convolution).

Principe d'identification des invariants

■ Par similarité

$$(msg_A \approx msg_B) \Rightarrow \{msg_A, msg_B\} \in \text{famille}$$

■ Par entropie positionnelle

$$\log\left(\frac{1}{p_{k,j}}\right), k \in \text{famille} = \begin{cases} mot_{1,1}, mot_{1,2}, \dots, mot_{1,J} \\ \dots \\ mot_{K,1}, mot_{K,2}, \dots, mot_{K,J} \end{cases}$$

Résultats

- Résumé des milliers de lignes de logs en familles,
- Représentations par graphes temps-présence.

~ comparaison de motifs d'événements complexes = ouverture vers les systèmes de recommandation !

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

L'efficacité opérationnelle
Renforcer le "by operation"

Cas d'usage en réactif

Synthèse

Annexe

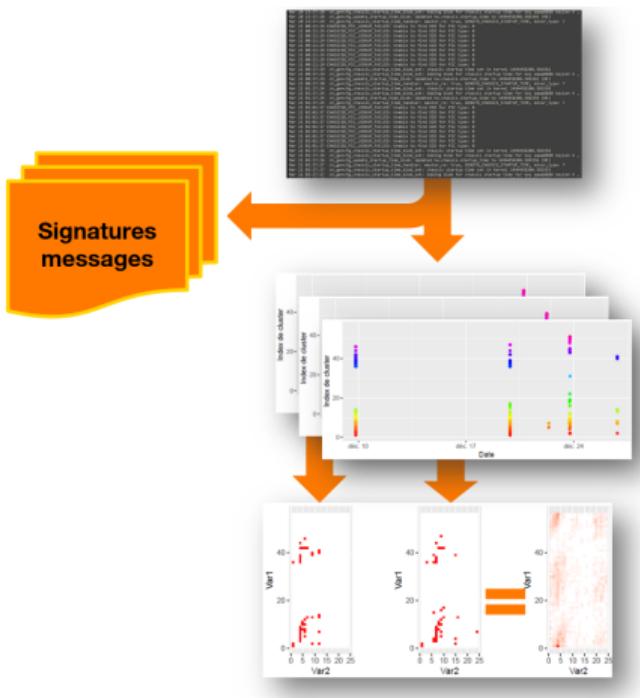
References

Simplifier l'analyse de logs volumineux multi tenants

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec



→ détecter et comparer des motifs d'événements ?

- ~ recherche d'invariants structurels dans les logs [Aha+09],
- ~ comparaison de motifs (produit de convolution).

Principe d'identification des invariants

■ Par similarité

$$(msg_A \approx msg_B) \Rightarrow \{msg_A, msg_B\} \in \text{famille}$$

■ Par entropie positionnelle

$$\log\left(\frac{1}{p_{k,j}}\right), k \in \text{famille} = \begin{cases} mot_{1,1}, mot_{1,2}, \dots, mot_{1,J} \\ \dots \\ mot_{K,1}, mot_{K,2}, \dots, mot_{K,J} \end{cases}$$

Résultats

- Résumé des milliers de lignes de logs en familles,
- Représentations par graphes temps-présence.

~ comparaison de motifs d'événements complexes = ouverture vers les systèmes de recommandation !

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

L'efficacité opérationnelle
Renforcer le "by operation"

Cas d'usage en réactif

Synthèse

Annexe

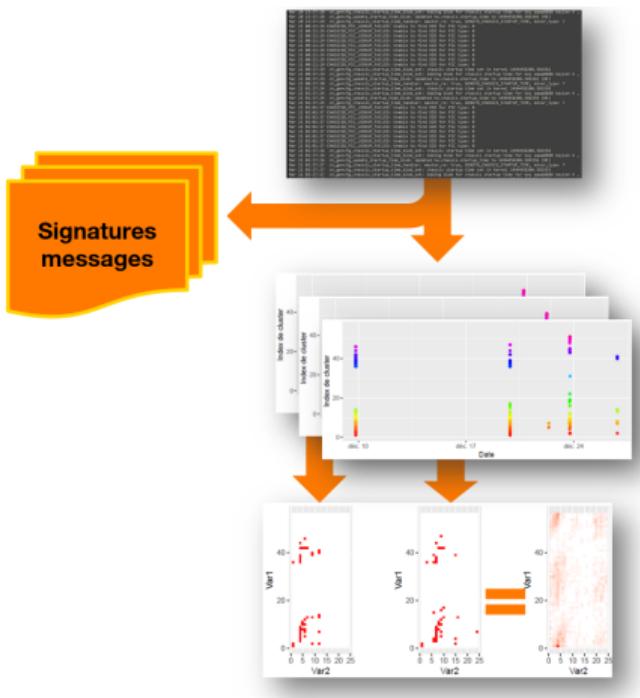
References

Simplifier l'analyse de logs volumineux multi tenants

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec



→ détecter et comparer des motifs d'événements ?

- ~ recherche d'invariants structurels dans les logs [Aha+09],
- ~ comparaison de motifs (produit de convolution).

Principe d'identification des invariants

- Par similarité
 $(msg_A \approx msg_B) \Rightarrow \{msg_A, msg_B\} \in \text{famille}$
- Par entropie positionnelle

$$\log\left(\frac{1}{p_{k,j}}\right), k \in \text{famille} = \begin{cases} mot_{1,1}, mot_{1,2}, \dots, mot_{1,J} \\ \dots \\ mot_{K,1}, mot_{K,2}, \dots, mot_{K,J} \end{cases}$$

Résultats

- Résumé des milliers de lignes de logs en familles,
- Représentations par graphes temps-présence.

~ comparaison de motifs d'événements complexes = ouverture vers les systèmes de recommandation !

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

L'efficacité opérationnelle
Renforcer le "by operation"

Cas d'usage en réactif

Synthèse

Annexe

References

Partie 3 - Cas d'usage

Recommandation de cause racine et de solution

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

L'efficacité opérationnelle

Renforcer le "by
operation"

Cas d'usage en réactif

Synthèse

Annexe

References

Recommandation de cause racine et de solution

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

L'efficacité opérationnelle
Renforcer le "by operation"

Cas d'usage en réactif

Synthèse

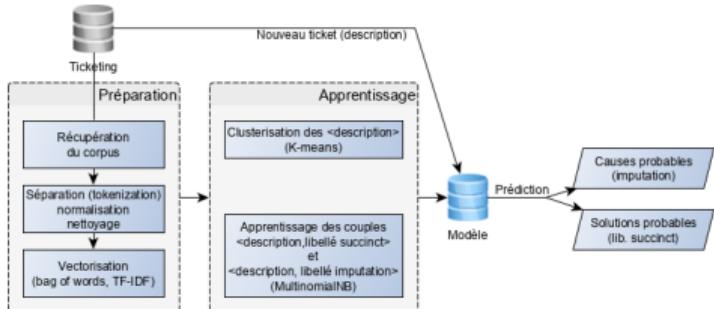
Annexe

References

→ guider l'intervenant sur un incident à partir de rapports d'intervention du passé ?

Structure type d'un ticket d'incident

- Ressource: l'élément d'infrastructure ou le service concerné,
- Description: alarme technique à l'origine du ticket ou signalisation par un utilisateur,
- Commentaires: historique des actions réalisées par les intervenants pour la résolution,
- Libellé succinct: la solution apportée,
- Famille de problème: le domaine technique de la cause première,
- Libellé de l'imputation: un résumé de la cause première.



"Orchestration de la supervision" [mar12]:

~~ traitement des commentaires (NLP) d'une base de ticketing ,
~~ enrichissement de nouveaux tickets en fonction de la signature de l'incident.

Recommandation de cause racine et de solution

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

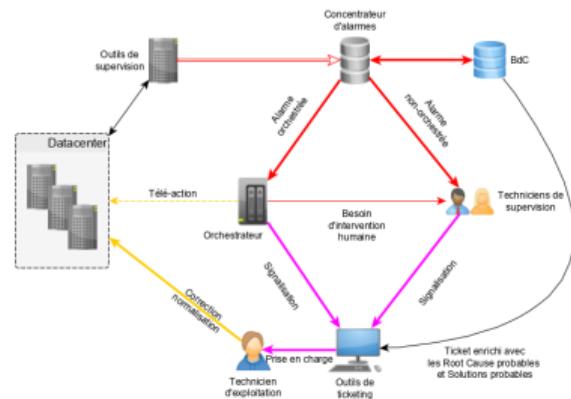
L'efficacité opérationnelle
Renforcer le "by operation"

Cas d'usage en réactif

Synthèse

Annexe

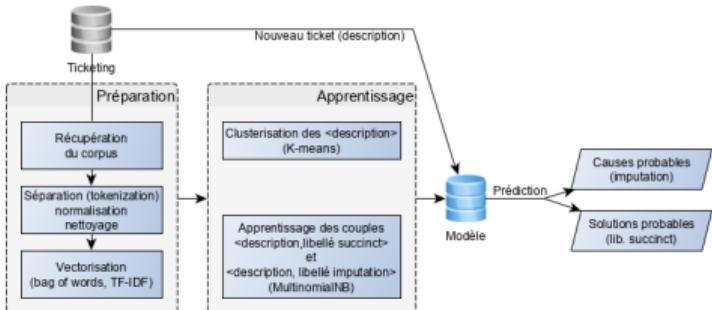
References



→ guider l'intervenant sur un incident à partir de rapports d'intervention du passé ?

Structure type d'un ticket d'incident

- Ressource: l'élément d'infrastructure ou le service concerné,
- Description: alarme technique à l'origine du ticket ou signalisation par un utilisateur,
- Commentaires: historique des actions réalisées par les intervenants pour la résolution,
- Libellé succinct: la solution apportée,
- Famille de problème: le domaine technique de la cause première,
- Libellé de l'imputation: un résumé de la cause première.



"Orchestration de la supervision" [Mar18]:

- ~~ traitement des commentaires (NLP) d'une base de ticketing ,
- ~~ enrichissement de nouveaux tickets en fonction de la signature de l'incident.

Synthèse

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

1 Dessine-moi un réseau: jeu introductif

2 Processus et qualité

- Incident Management Process
- La recette d'exploitabilité
- Déetecter et qualifier, diagnostiquer, résoudre, capitaliser ...

3 Le risque et l'inimaginable

- Modélisable ?
- Dichotomies
- *Run* et chaîne de traitement
- Cas d'usage *by design* et *préventif*

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

4 Gérer en réactif

- L'efficacité opérationnelle
- Renforcer le "by operation"
- Cas d'usage *en réactif*

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

5 Synthèse

6 Annexe

- Le Groupe Orange et la R&D
- Implémentation d'une matrice de transfert (*K4TMatrix*)
- Acronymes et abréviations
- Bibliographie

Nous n'avons pas abordé ...



...

- le ressenti du client,
- la gestion des compétences,
- l'impact sociétal,
- les techniques d'apprentissage,
- les techniques de décision,
- les techniques de test et vérification,
- la décidabilité algorithmique (Turing),
- la gestion des connaissances,
- l'hétérogénéité des données,
- les structures de données,
- l'alignement des vocabulaires,

ni plein d'autres sujets passionnants.

Mais ...

Nous avons vu ...

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Partie 1 Un réseau et des processus

Un réseau se double systématiquement,

- d'une organisation et de moyens spécialisés pour sa gestion,
- de pratiques qui garantissent une capacité de gestion.

Partie 2 (vers la) Qualité à la conception

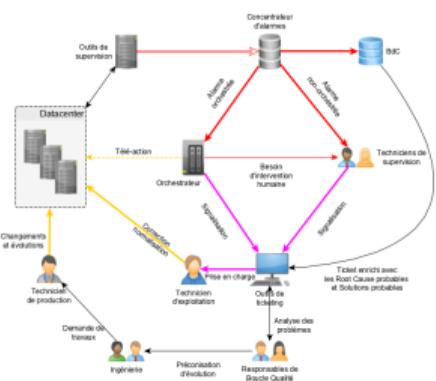
Nous pouvons anticiper sur les risques,

- en analysant les propriétés structurelles des infrastructures et services,
- en éprouvant (testant) périodiquement les infrastructures.

Partie 3 Qualité en réactif

Nous pouvons gérer la complexité,

- en circonscrivant la zone de recherche d'un défaut,
- en traitant les connaissances métier pour guider les interventions.



Annexe

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

1 Dessine-moi un réseau: jeu introductif

2 Processus et qualité

- Incident Management Process
- La recette d'exploitabilité
- Déetecter et qualifier, diagnostiquer, résoudre, capitaliser ...

3 Le risque et l'inimaginable

- Modélisable ?
- Dichotomies
- *Run* et chaîne de traitement
- Cas d'usage *by design* et *préventif*

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

4 Gérer en réactif

- L'efficacité opérationnelle
- Renforcer le "by operation"
- Cas d'usage *en réactif*

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

Le Groupe Orange et la
R&D

Implémentation d'une
matrice de transfert
(K4TMatrix)

Acronymes et
abréviations

Bibliographie

References

5 Synthèse

6 Annexe

- Le Groupe Orange et la R&D
- Implémentation d'une matrice de transfert (K4TMatrix)
- Acronymes et abréviations
- Bibliographie

Le Groupe Orange et la R&D

Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

Pour accéder aux informations:

- Le Groupe Orange ↵ <https://www.orange.com>
- Le blog de l'innovation ↵ <https://hellofuture.orange.com>
- Travailler chez Orange ↵ <https://orange.jobs>

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

Le Groupe Orange et la
R&D

Implémentation d'une
matrice de transfert
(K4TMatrix)

Acronymes et
abréviations

Bibliographie

References

Implémentation MATLAB d'une matrice de transfert

```
function [ TMatrix ] = K4TMatrix(a, b, c, d, e, S, T)
%K4TMatrix Matrice de transfert Rn = Rel2(S0->Sn) pour un réseau K4
% From "What is the probability of connecting two points ?"
% J. Phys. A: Math. Theor. 40 (2007) 14099-14116 By Christian Tanguy
% S'applique pour le calcul de Rel2(S0->Sn) = Rn, selon :
%
% Rn = [1 0 0 0 0] · Mn · Mn-1 · · · M1 · M0 · [1 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0]
xzi = Xi(a, c, d, e);
M11 = (a + b * e * T - a * b * e * T) * S;
M12 = (d + b * c * T - d * b * c * T) * S;
M13 = a * d * S + b * (xzi + c * e) * S * T;
M41 = non_x(a) * non_x(b) * e * S * T;
M42 = non_x(b) * c * non_x(d) * S * T;
M14 = a * e * M42; M15 = c * d * M41;
M44 = -M14; M45 = -M15;
M21 = (e + b * a * S - e * b * a * S) * T;
M22 = (c + b * d * S - c * b * d * S) * T;
M23 = c * e * T + b * (xzi + a * d) * S * T;
M51 = a * non_x(b) * non_x(e) * S * T;
M52 = non_x(b) * non_x(c) * d * S * T;
M24 = a * e * M52; M25 = c * d * M51;
M31 = -(a * b + a * e + b * e - 2 * a * b * e) * S * T;
M32 = -(b * c + b * d + c * d - 2 * b * c * d) * S * T;
M33 = ((1 - 2 * b) * xzi - b * (c * e + a * d)) * S * T;
M34 = -M14 - M24; M35 = -M15 - M25;
M43 = non_x(b) * (xzi + c * e) * S * T;
M53 = non_x(b) * (xzi + a * d) * S * T;
M54 = -M24; M55 = -M25;
TMatrix = [ M11 M12 M13 M14 M15 ; M21 M22 M23 M24 M25 ; M31 M32 M33 M34 M35 ; M41 M42 M43 M44 M45 ; M51 M52 M53 M54 M55 ];
end

function [ non_x ] = non_x(x)
non_x = 1 - x;
end

function [ Xi ] = Xi (a, c, d, e)
Xi = non_x(a) * non_x(c) * d * e + a * c * non_x(d) * non_x(e) - a * c * d * e;
end
```

Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

Le Groupe Orange et la
R&D

Implémentation d'une
matrice de transfert
(K4TMatrix)

Acronymes et
abréviations

Bibliographie

References

Acronymes et abréviations

Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

Le Groupe Orange et la
R&D

Implémentation d'une
matrice de transfert
(K4TMatrix)

Acronymes et
abréviations

Bibliographie

References

| | |
|------------------------------|---|
| AD | : Active Directory, |
| AGI | : Artificial General Intelligence, |
| BdC | : Base de Connaissances, |
| TMC | : Technology Management Center, |
| BtoB | : liaison Back-to-Back, |
| CCC | : Customer Care Center, |
| CHANGE | : opération programmée de modification, |
| ETL | : Extract-Transform-Load, |
| GED | : Gestion Electronique des Documents, |
| IEEE | : Institute of Electrical and Electronics Engineers, |
| IGP | : Interior Gateway Protocol (p.ex. OSPF), |
| IMP | : Incident Management Process, |
| IP | : Internet Protocol, |
| infer. | : inférence, |
| in-band / out-of-band | : par le canal de communication / par un canal secondaire, |
| LAG | : Link Aggregation Group, |
| MAN | : Metropolitan Access Network, |
| MID | : MAN Inter Datacenters (spécifique Orange), |
| MPLS | : MultiProtocol Label Switching, |
| NLP | : Natural Language Processing, |
| NP-complet | : Non déterministe et Polynomial en temps, difficile pour la classe de problème à laquelle il appartient, |
| GNOC | : Global Network Operation Center, |
| P | : Provider router (cf. MPLS), |

| | |
|------------------|---|
| PE | : Provider Edge router (cf. MPLS), |
| Post-op. | : Post-opérateur, |
| proba. | : probabilités, |
| PV | : Proces Verbal, |
| PSU | : Power Supply Unit (bloc d'alimentation en énergie), |
| QS | : Qualité de Service (QoS), |
| RAG | : Risk Assessment Graph, |
| R&D | : Recherche et Développement, |
| RCA | : Root Cause Analysis (recherche de cause racine), |
| Run | : phase d'exploitation des infrastructures et des services, |
| RX | : Réseaux, |
| SI | : Système d'Information, |
| SLA | : Service Level Agreement, |
| SMC | : Service Management Center, |
| th. | : théorie, |
| ticketing | : système d'information pour la gestion des incidents, |
| TMC | : Technology Management Center, |
| VABF | : Vérification d'Aptitude au Bon Fonctionnement, |
| VM | : Virtual Machine (machine virtuelle), |
| vs. | : versus, |
| VSR | : Validation en Service Régulier, |
| WAN | : Wide Area Network (réseau étendu), |
| WDM | : Wavelength Division Multiplexing. |

Bibliographie I

- [Aha+09] M. Aharon et al. "One Graph Is Worth a Thousand Logs: Uncovering Hidden Structures in Massive System Event Logs". In: *Joint European Conference on Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases*. Springer, 2009, pp. 227–243.
- [Bae+20] J. Bae et al. "Interactive Clustering: A Comprehensive Review". en. In: *ACM Computing Surveys* 53.1 (May 2020), pp. 1–39. ISSN: 0360-0300, 1557-7341. DOI: [10.1145/3340960](https://doi.org/10.1145/3340960).
- [BCN14] Ben Goertzel, Cassio Pennachin, and Nil Geisweiller. *Engineering General Intelligence, Part 1: A Path to Advanced AGI via Embodied Learning and Cognitive Synergy*. 2014.
- [BK87] F. Brooks and H. J. Kugler. *No Silver Bullet*. April, 1987.
- [Bou08] M. Bouissou. *Gestion de la complexité dans les études quantitatives de sûreté de fonctionnement de systèmes*. French. Paris: Éditions Tec & Doc, 2008. ISBN: 978-2-7430-1093-5.
- [Bre17] A. Brennan. "Necessary and Sufficient Conditions". In: *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Ed. by E. N. Zalta. Summer 2017. Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2017.

Eléments d'exploitation des réseaux pour une conception raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems Sciences - Design for resilient systems 4 - CentraleSupélec

Dessine-moi un réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

Bibliographie II

Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

- [Chr07] Christian Tanguy. "What Is the Probability of Connecting Two Points ?" In: *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical* 40.47 (Nov. 2007), pp. 14099–14116. ISSN: 1751-8113, 1751-8121. DOI: [10.1088/1751-8113/40/47/005](https://doi.org/10.1088/1751-8113/40/47/005).
- [Dav99] David Autissier. "Recomposition Stratégique Des Systèmes d'information Par Le Concept d'urbanisme". In: *Communication à La VIII Eme Conférence de l'A.I.M.S. Le 28/05/99 à L'École Centrale de Paris*. École Centrale de Paris, May 99.
- [Éli09] Élie FADIER. "Automatisation et Sécurité". In: *Techniques de l'Ingénieur* (2009).
- [EM17] EDF RetD and Marc BOUSSIOUT. *KB3*.
<https://www.edf.fr/groupe-edf/premier-electricien-mondial/activites/recherche-et-developpement/communaute-scientifique/codes-de-calcul?logiciel=10848>. 2017.
- [IEE+98] IEEE Computer Society et al. *IEEE Guide for Developing System Requirements Specifications*. English. New York, NY: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1998. ISBN: 978-0-7381-0337-2.
- [JE14] Judea Pearl and Elias Bareinboim. *Tutorial Session B - Causes and Counterfactuals: Concepts, Principles and Tools*. en-US. Jan. 2014.

Bibliographie III

Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

- [LAF12] Lionel Tabourier, Alina Stoica, and Fernandom Peruani. "How to Detect Causality Effects on Large Dynamical Communication Networks: A Case Study". In: Complex Networks. 2012.
- [Lam+20] L. C. Lamb et al. "Graph Neural Networks Meet Neural-Symbolic Computing: A Survey and Perspective". In: arXiv:2003.00330 [cs] (May 2020). arXiv: [2003.00330 \[cs\]](https://arxiv.org/abs/2003.00330).
- [Mar18] Maria El Hindy. *Orchestration de La Supervision*. Rapport de Stage, F2R Réseau et Systèmes Logiciels, Option IoT et Big Data. Orange: IMT Atlantique, 2018.
- [Nag+16] M. Y. Naghmouchi et al. "A New Risk Assessment Framework Using Graph Theory for Complex ICT Systems". In: *Proceedings of the 8th ACM CCS International Workshop on Managing Insider Security Threats*. MIST '16. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, Oct. 2016, pp. 97–100. ISBN: 978-1-4503-4571-2. DOI: [10.1145/2995959.2995969](https://doi.org/10.1145/2995959.2995969).
- [NBL11] J.-F. Nogier, T. Bouillot, and J. Leclerc. *Ergonomie des interfaces: guide pratique pour la conception des applications Web, logicielles, mobiles et tactiles*. French. Paris: Dunod, 2011. ISBN: 978-2-10-055792-9.
- [NSN] NSNAM. *Ns-3*. <https://www.nsnam.org/>.

Bibliographie IV

Eléments
d'exploitation des
réseaux pour une
conception
raisonnable

L. Tailhardat

1er mars 2021
Design and Systems
Sciences - Design for
resilient systems 4 -
CentraleSupélec

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References

- [PHO19] Q. Pham Tran Anh, Y. Hadjadj-Aoul, and A. Outtagarts. "A Deep Reinforcement Learning Approach for VNF Forwarding Graph Embedding". In: *IEEE Transactions on Network and Service Management* PP (Oct. 2019), pp. 1–1. DOI: [10.1109/TNSM.2019.2947905](https://doi.org/10.1109/TNSM.2019.2947905).
- [Sca19] Scaled Agile. *Story*. en-US. <https://www.scaledagileframework.com/story/>. Dec. 2019.
- [Sch+17] G. Scheithauer et al. "Suggestions for Improving a Bank's Loan Application Process Based on a Process Mining Analysis". en. In: *BPI Challenge 2017* (2017), p. 30.
- [Sih+19] Sihem Cherrared et al. *RCA of a Service Function Chain: A Self-Modeling Approach for vIMS*. 2019.
- [Ste19] Stefan Kempfer. *ITIL Service Transition*. en. https://wiki.en.it-processmaps.com/index.php/ITIL_Service_Transition. Dec. 2019.
- [Wik20] Wikipedia. "Test-Driven Development". en. In: *Wikipedia* (Nov. 2020).
- [Yan17] Yanny Han. *Automated Web Testing with HP ALM & UFT*. en. Aug. 2017.
- [Yvo02] Yvon Gattaz. "Quelle Est La Taille Idéale de l'entreprise ?" In: *Congrès Des Notaires*. Cannes: Académie des Sciences morales et politiques, Sept. 2002.

Merci

lionel.tailhardat@orange.com

Dessine-moi un
réseau: jeu introductif

Processus et qualité

Le risque et
l'inimaginable

Gérer en réactif

Synthèse

Annexe

References