

Soutenance de thèse

Approche Incrémentale pour la Migration des Interfaces Graphiques d'Applications utilisant les Métamodèles

Benoît Verhaeghe

Composition du jury :

Président :

Franck Barbier

Rapporteurs :

Salah Sadou

Jean-Rémy Falleri

Directeurs de thèse :

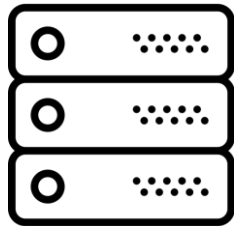
Nicolas Anquetil

Anne Etien

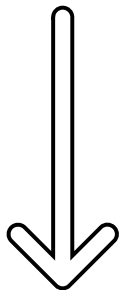
Co-Encadrant de thèse :

Abderrahmane Seriai

Introduction

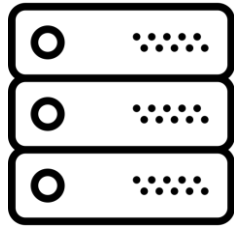


Frameworks
(Cadriels)

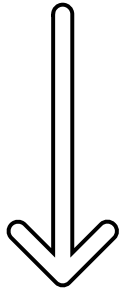


Logiciels

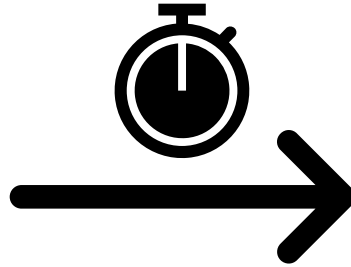
Introduction



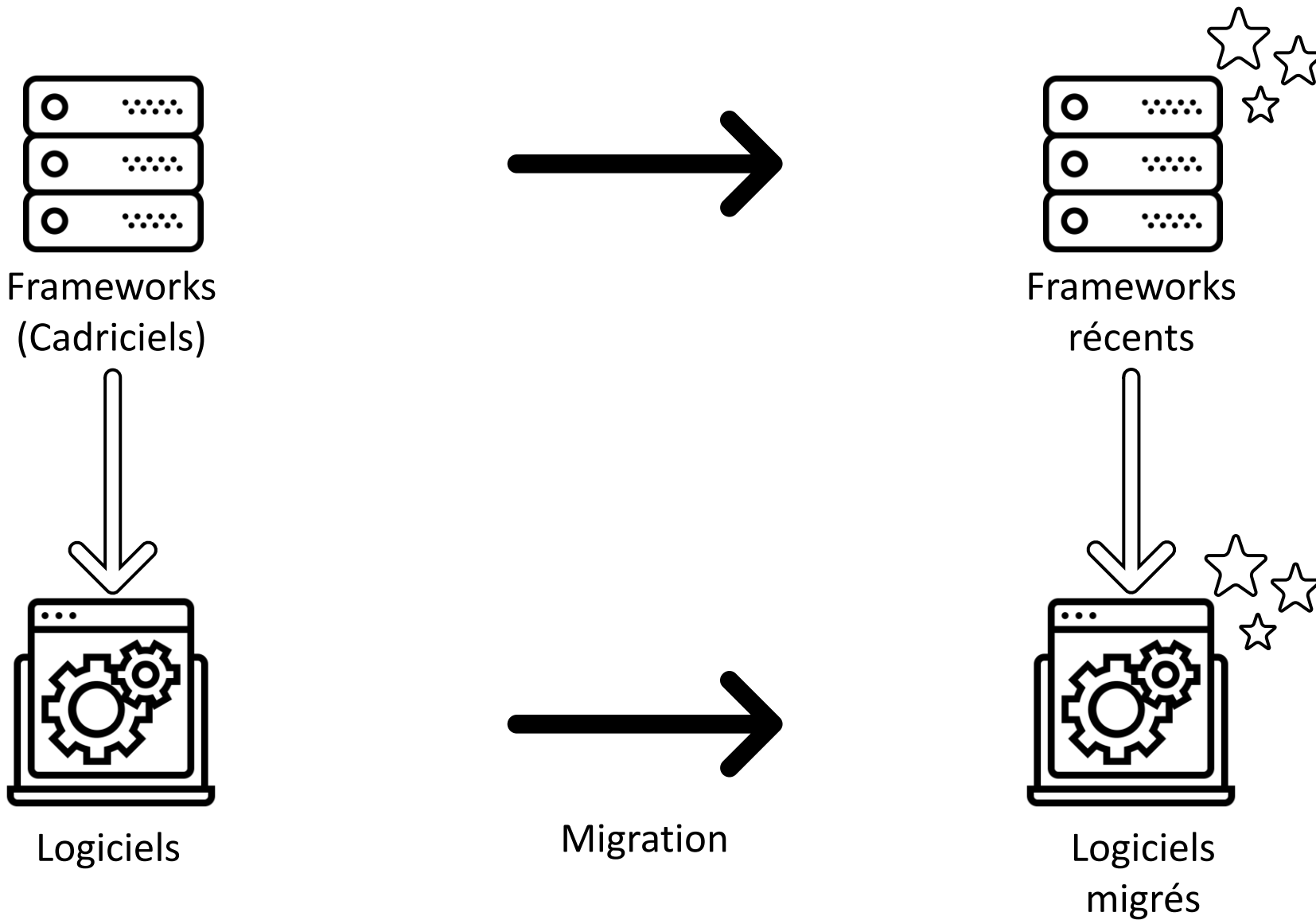
Frameworks
(Cadriels)



Logiciels



Introduction



Exemple : page à migrer



■ ■ ■ Gestion des licences Sedit en GWT

Nom : Clée Progiciel :

Id Navision : Adresse :

Exemple : page à migrer



Nom : Clé Progiciel :

Id Navision : Adresse :

[Rechercher](#) [Réinitialiser](#)

↳ Liste des clients licences Sedit(1373 lignes)

Nom ▲	Id Navision	Clé progiciel
BISCHWILLER (MAIRIE DE)	0	MAIRIE DE BISCHWILLER
BLAGNAC (MAIRIE DE)	0	MAIRIE DE BLAGNAC
BLAINVILLE (MAIRIE) PAS DE CLES UNIVERS	0	MAIRIE DE BLAINVILLESURORNE
BLANZY (MAIRIE DE)	0	MAIRIE DE BLANZY
BLOIS (CCAS DE)	0	CCAS DE BLOIS
BLOIS (MAIRIE DE)	0	MAIRIE DE BLOIS
BOBIGNY (SIIB YNDICAT DE)	0	SYNDICAT DE BOBIGNY
BOE (MAIRIE DE)	0	MAIRIE DE BOE
BOISCOLOMBES (MAIRIE DE)	0	MAIRIE DE BOISCOLOMBES
BOLLENE (CC LEZ PROVENCE 2303)	0	CC LEZ PROVENCE
BONDOUFLE (MAIRIE)	0	MAIRIE BONDOUFLE
BONDY (MAIRIE DE)	0	MAIRIE DE BONDY
BONENCONTRE (MAIRIE DE)	0	MAIRIE DE BONENCONTRE
BONNEVILLE (MAIRIE DE)	0	MAIRIE DE BONNEVILLE

4

[Créer](#)

Nom * :

Adresse :

Tél :

Clé Progiciel * :

Id Navision * :

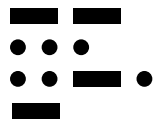
Num Client Navision * :

Bureau dest. :

Fax :

[Gérer les licences RH](#) [Gérer les licences GF](#) [Gérer les licences OP](#)

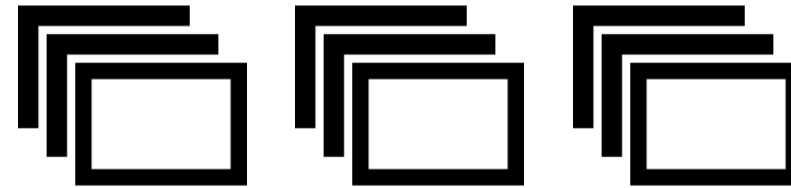
Exemple : l'application RH



1 MLOCS

21 433 classes

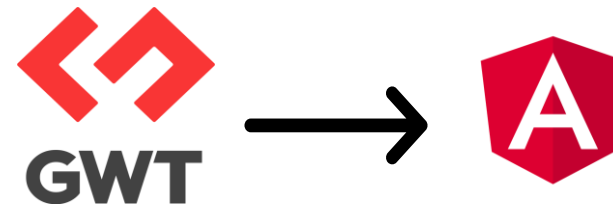
95 164 méthodes



500 pages web



36 ans/homme
de migration



Depuis GWT vers Angular

Problèmes Industriels

+150 produits



Plusieurs langages



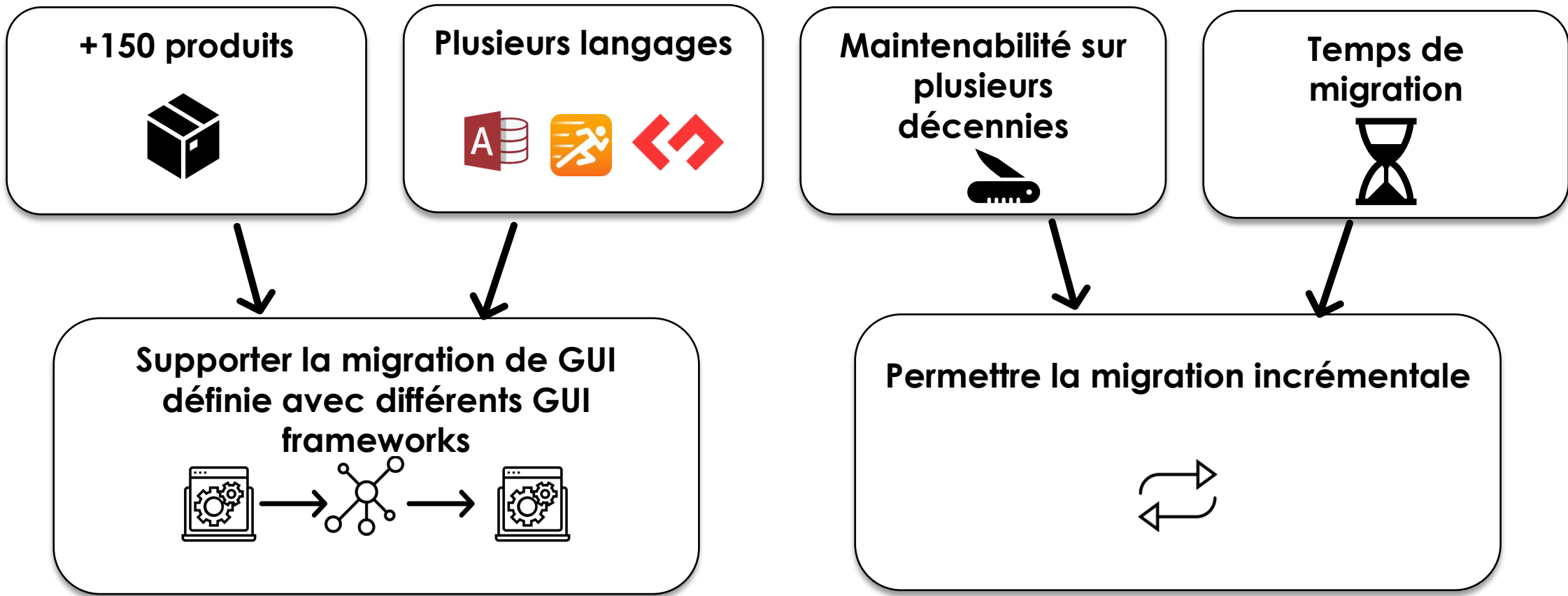
Maintenabilité sur
plusieurs
décennies



Temps de
migration



Problèmes



Comment permettre la **migration incrémentale** d'applications définies avec **différents GUI frameworks** ?

Plan

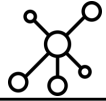
- Introduction
- Etat de l'art
- GUI Migration
- Migration incrémentale
- Validation
- Conclusion

ETAT DE L'ART

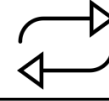


- Introduction
- Etat de l'art
- GUI Migration
- Migration incrémentale
- Validation
- Conclusion

GUI migration



Migration incrémentale



GUI migration



Migration incrémentale

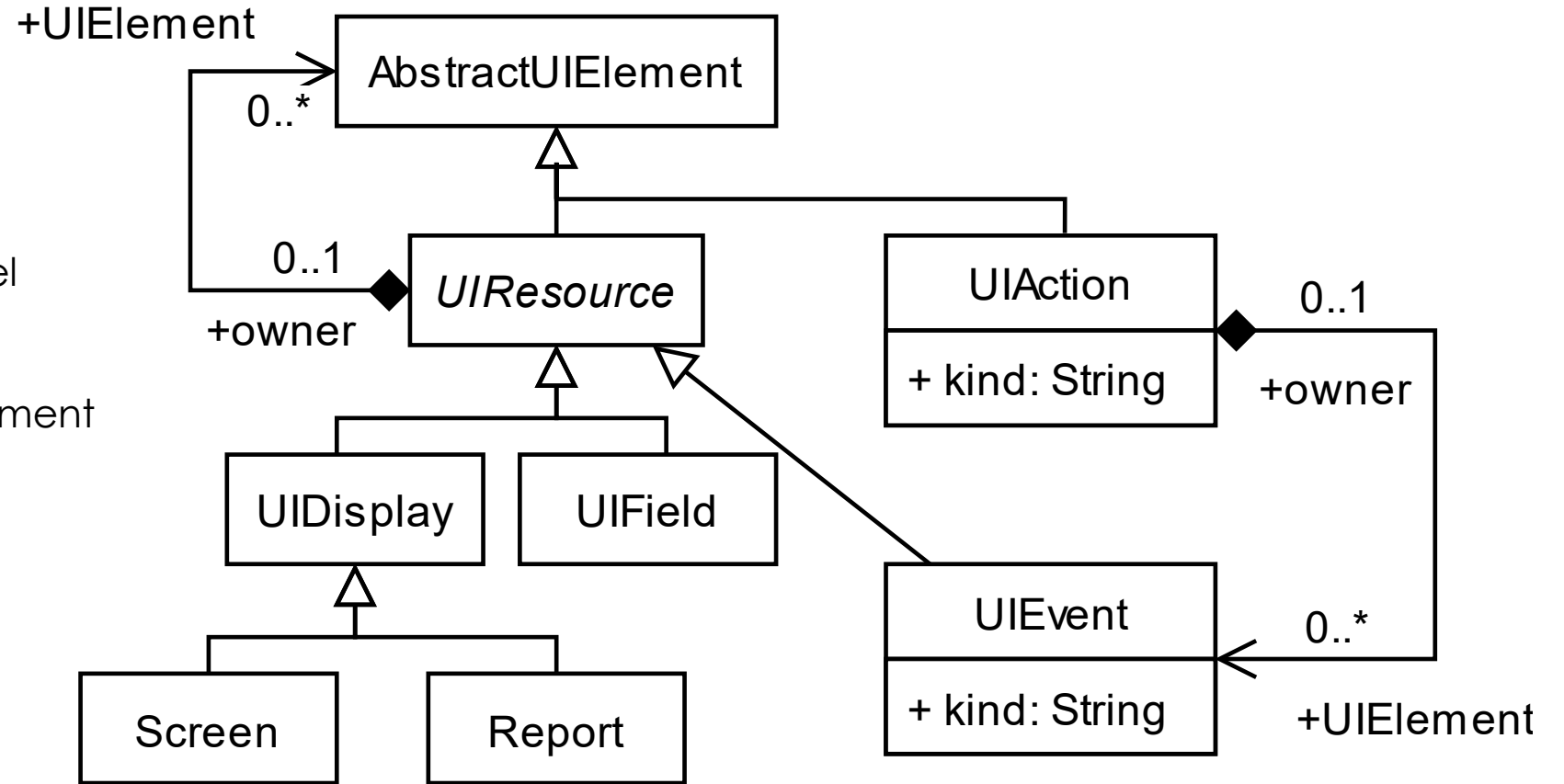


Représentation du visuel
d'une application

Approche de migration
de GUI

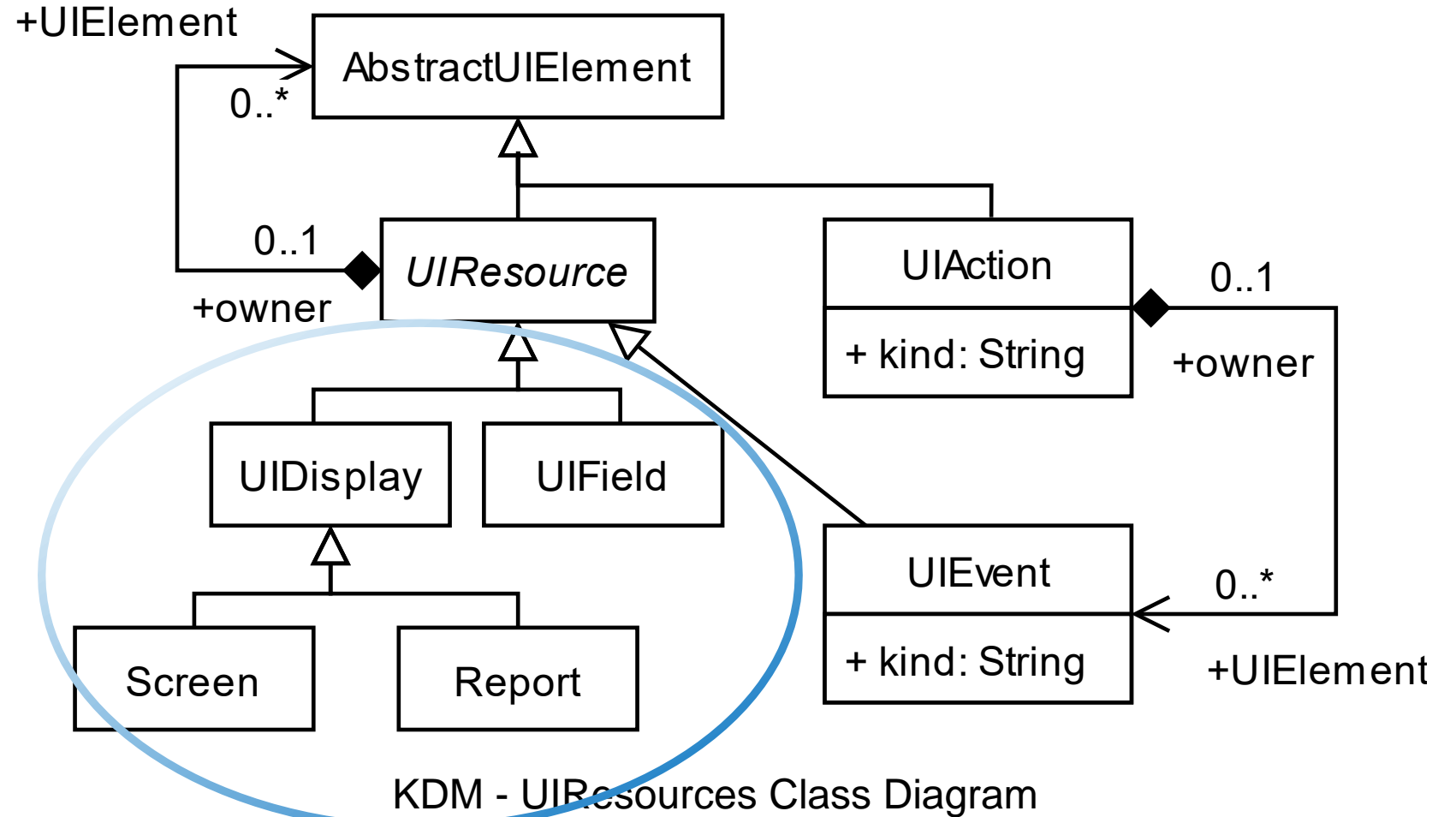
Contraintes
d'hybridation

- Knowledge Discovery Metamodel (KDM)
 - Package UI Resources
 - Défini par l'Object Management Group (OMG)



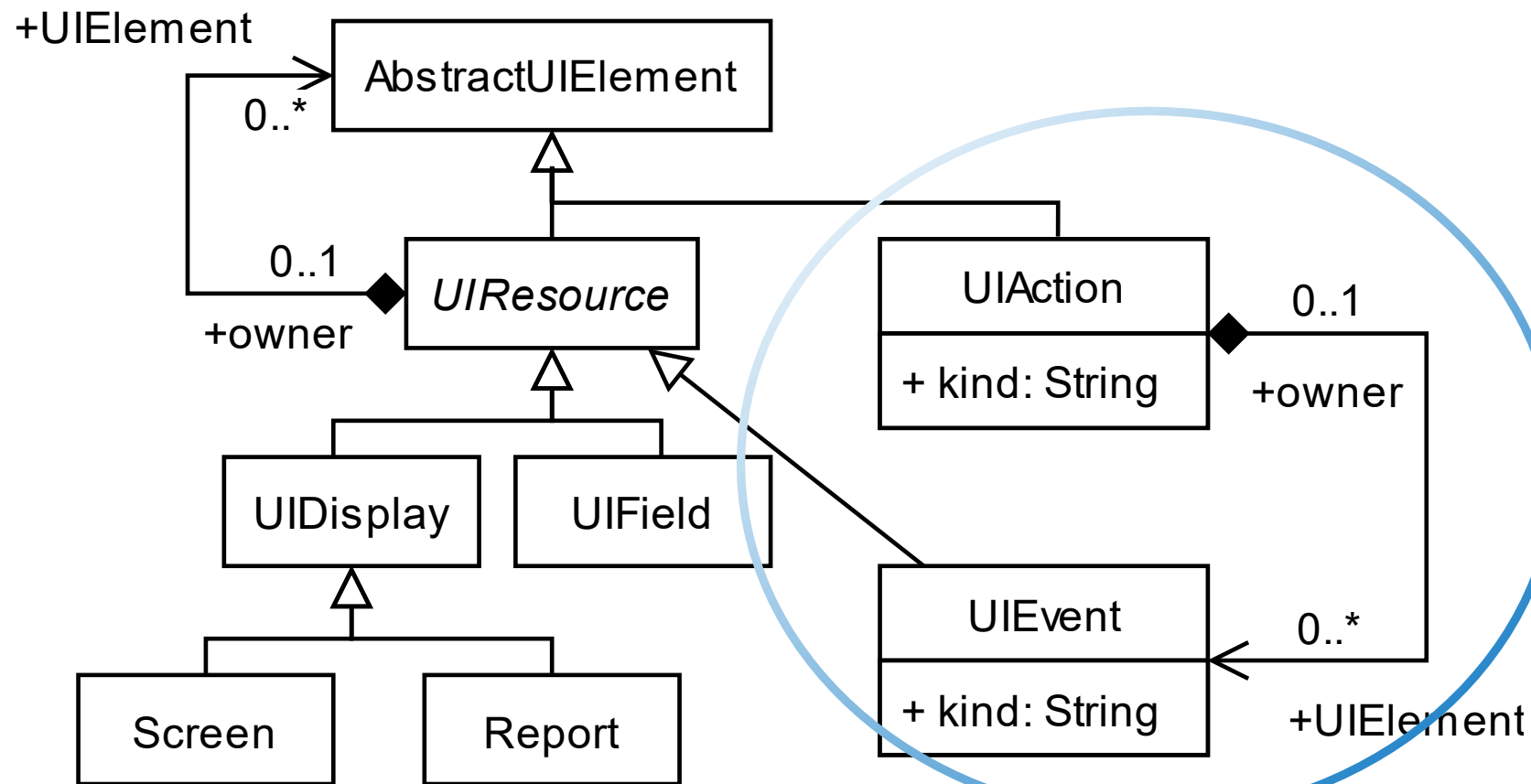
KDM - UIResources Class Diagram

Spécialisation des widgets



Gotti and Mbarki (2016)
Sánchez Ramón *et al.* (2016)

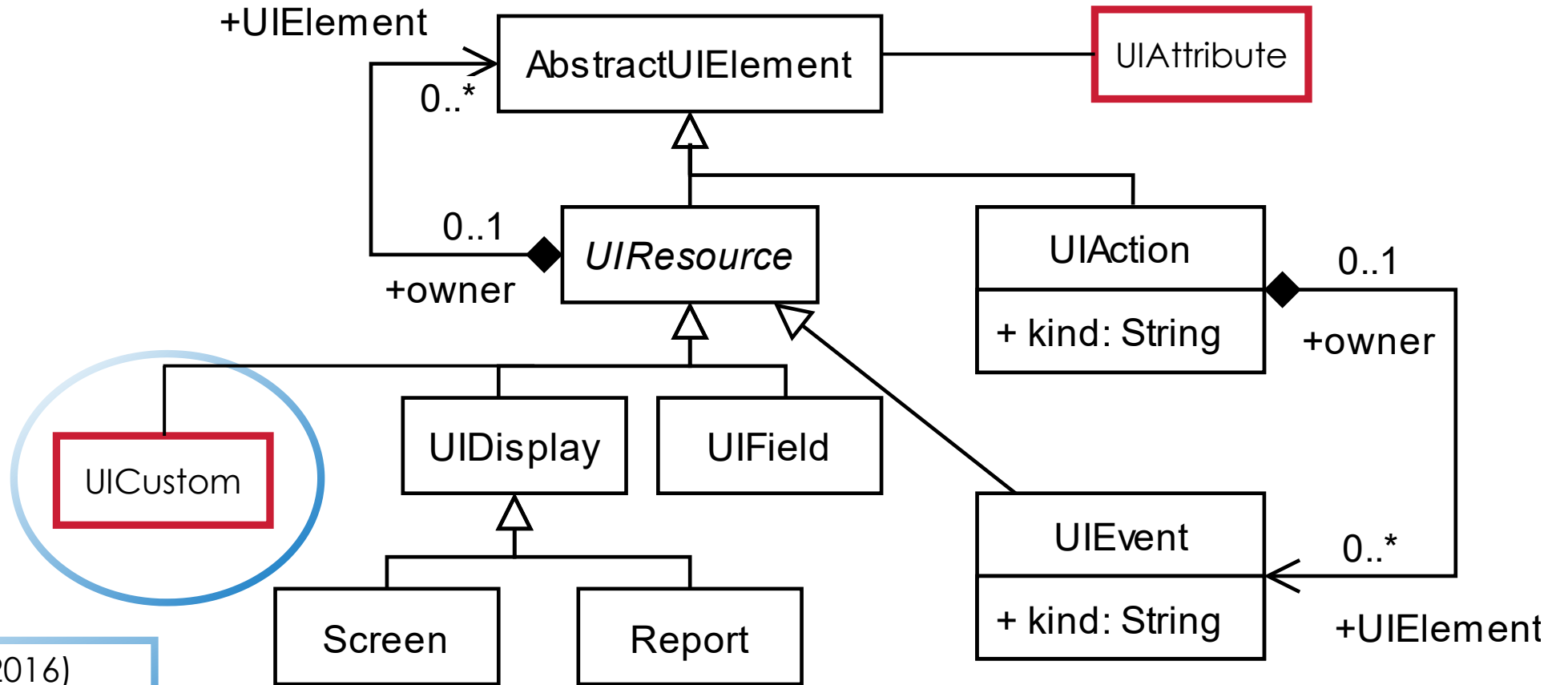
Notion d'événements



KDM - UIResources Class Diagram

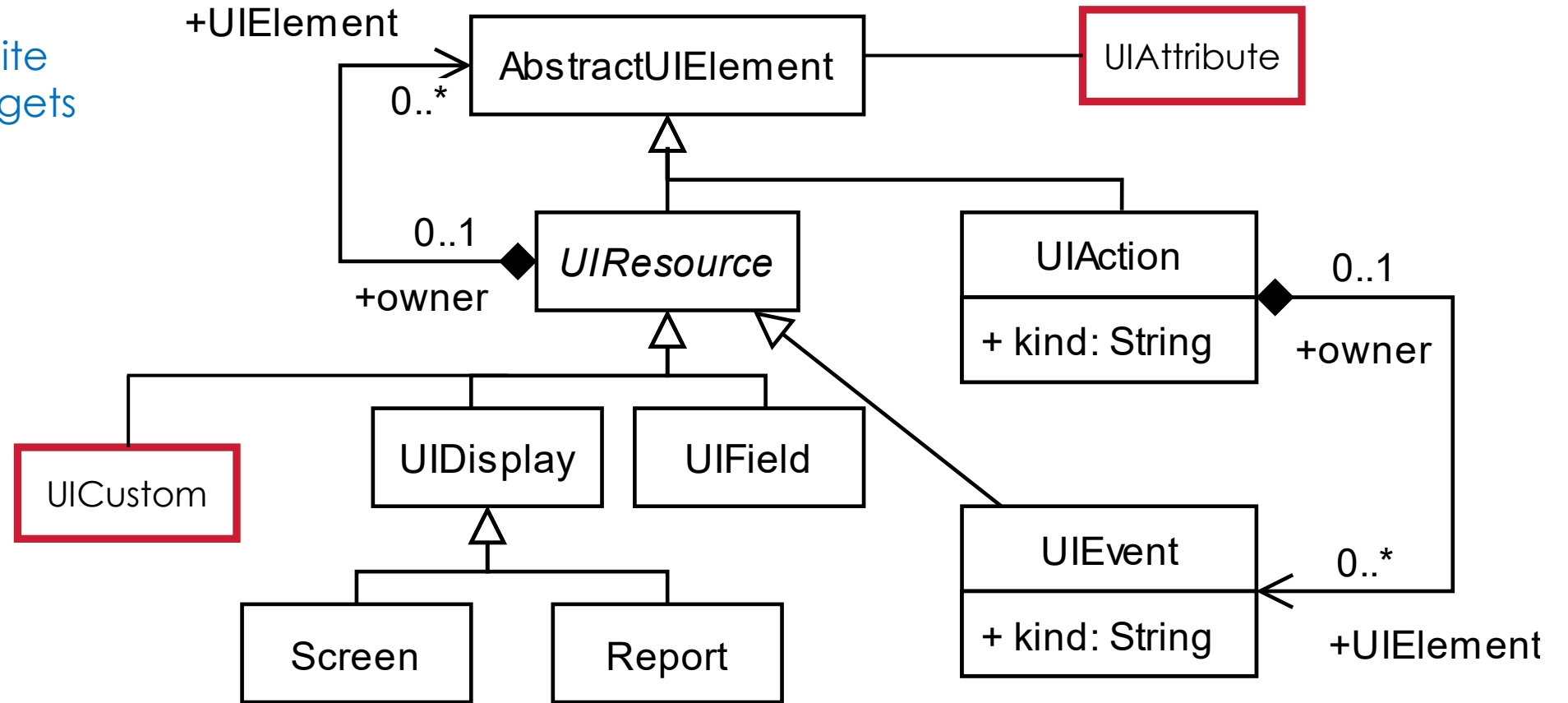
Fleurey *et al.* (2007)
 Mesbah *et al.* (2012)
 Garcés *et al.* (2017)
 Samir *et al.* (2007)
 Joorabchi and Mesbah (2012)

Widget custom



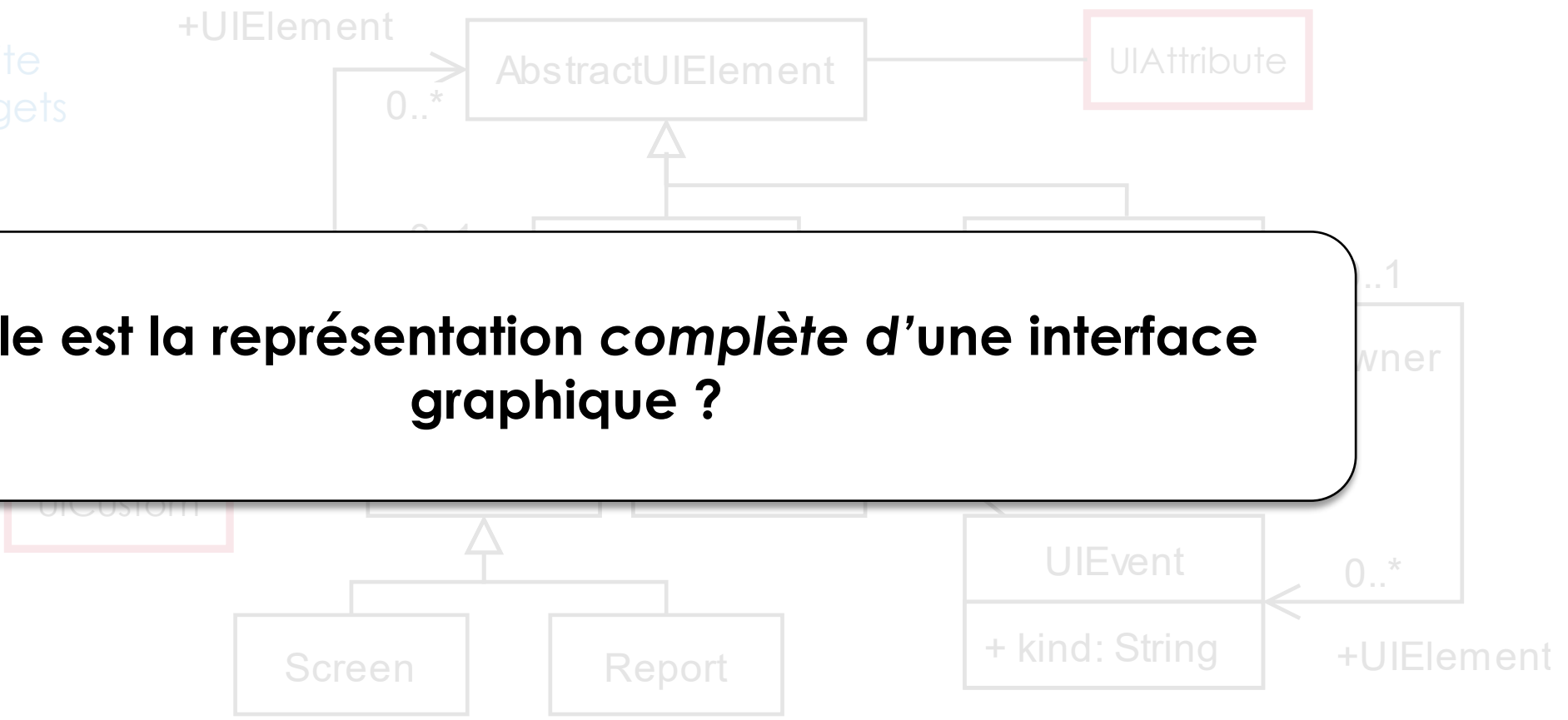
Sánchez Ramón *et al.* (2016)

DOM : Patron composite
 Spécialisation des widgets
 Notion d'événements
 Notion d'attributs
 Widget custom

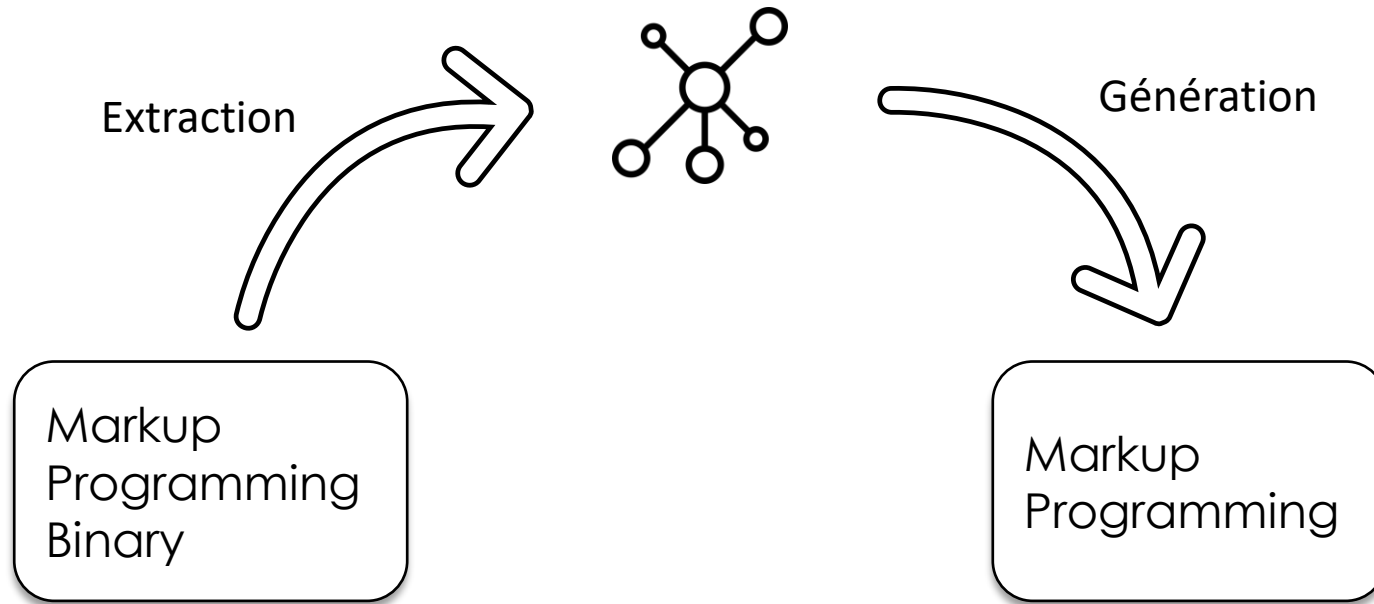


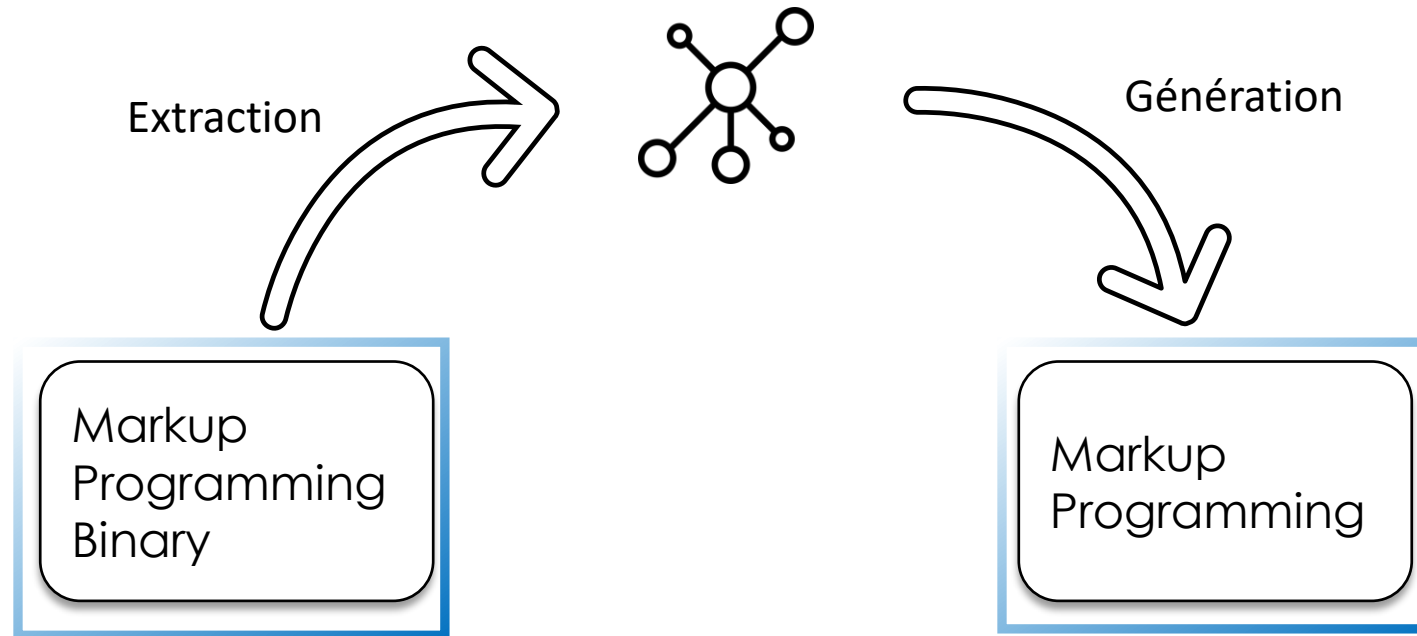
DOM: Pattern composite
Spécialisation des widgets
Notion d'événements
Notion d'attributs
Custom widget

Quelle est la représentation complète d'une interface graphique ?



Approche de migration de GUI





Les approches de la littérature supportent-elles **différents GUI frameworks** ?

	Extract markup	Extract programming	Extract binary	Multiple frameworks	Export markup	Export programming
Hayakawa <i>et al.</i> (2012)	✓			✓	✓	
Mesbah and van Deursen (2007)	✓			✓	✓	
Bragagnolo <i>et al.</i> (2020)			✓		✓	
Garcés <i>et al.</i> (2017)			✓		✓	
Sánchez Ramón <i>et al.</i> (2014)			✓			✓
Fleurey <i>et al.</i> (2007)		✓			✓	
Samir <i>et al.</i> (2007)		✓			✓	
Robillard and Kutschera (2019)		✓				✓

	Extract markup	Extract programming	Extract binary	Multiple frameworks	Export markup	Export programming
Hayakawa <i>et al.</i> (2012)	✓			✓	✓	
Mesbah and van Deursen (2007)	✓			✓	✓	
Bragagnolo <i>et al.</i> (2020)			✓		✓	
Garcés <i>et al.</i> (2017)			✓		✓	
Sánchez Ramón <i>et al.</i> (2014)			✓			✓
Fleurey <i>et al.</i> (2007)		✓			✓	
Samir <i>et al.</i> (2007)		✓			✓	
Robillard and Kutschera (2019)		✓				✓

	Extract markup	Extract programming	Extract binary	Multiple frameworks	Export markup	Export programming
Hayakawa <i>et al.</i> (2012)	✓			✓	✓	
Mesbah and van Deursen (2007)	✓			✓	✓	
Bragagnolo <i>et al.</i> (2020)			✓		✓	
Garcés <i>et al.</i> (2017)			✓		✓	
Sánchez Ramón <i>et al.</i> (2014)			✓			✓
Fleurey <i>et al.</i> (2007)		✓			✓	
Samir <i>et al.</i> (2007)		✓			✓	
Robillard and Kutschera (2019)		✓				✓

	Extract markup	Extract programming	Extract binary	Multiple frameworks	Export markup	Export programming
Hayakawa <i>et al.</i> (2012)	✓			✓	✓	
Mesbah and van Deursen (2007)	✓			✓	✓	
Bragagnolo <i>et al.</i> (2020)			✓		✓	
Garcés <i>et al.</i> (2017)			✓		✓	
Sánchez Ramón <i>et al.</i> (2014)			✓			✓
Fleurey <i>et al.</i> (2007)		✓			✓	
Samir <i>et al.</i> (2007)		✓			✓	
Robillard and Kutschera (2019)		✓				✓

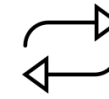
	Extract markup	Extract programming	Extract binary	Multiple frameworks	Export markup	Export programming
Hayakawa <i>et al.</i> (2012)	✓			✓	✓	
Mesbah and van Deursen (2007)	✓			✓	✓	
Bragagnolo <i>et al.</i> (2020)						
Garcés <i>et al.</i> (2017)						
Sánchez Ramo <i>et al.</i> (2016)						
Fleurey <i>et al.</i> (2007)		✓			✓	?
Samir <i>et al.</i> (2007)		✓			✓	
Robillard and Kutschera (2019)		✓				✓

Comment permettre la migration depuis différents GUI frameworks vers différents GUI Frameworks ?

GUI migration



Migration incrémentale



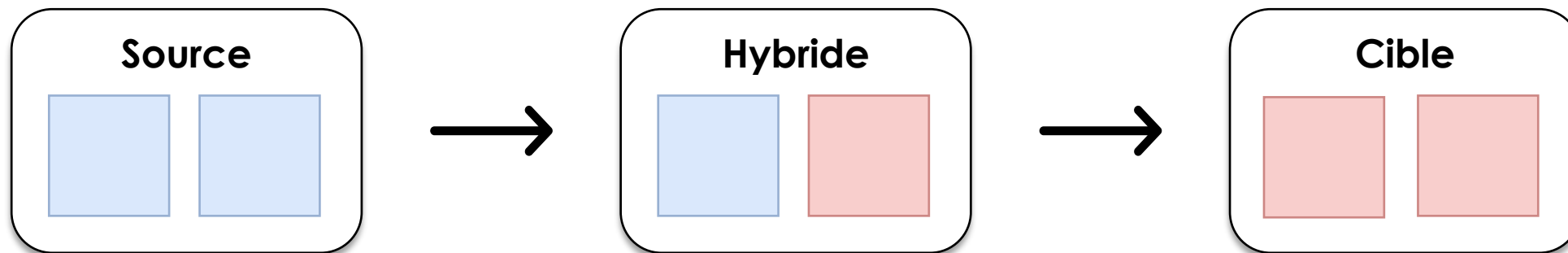
Représentation du visuel
d'une application



Approche de migration
de GUI

Contraintes
d'hybridation

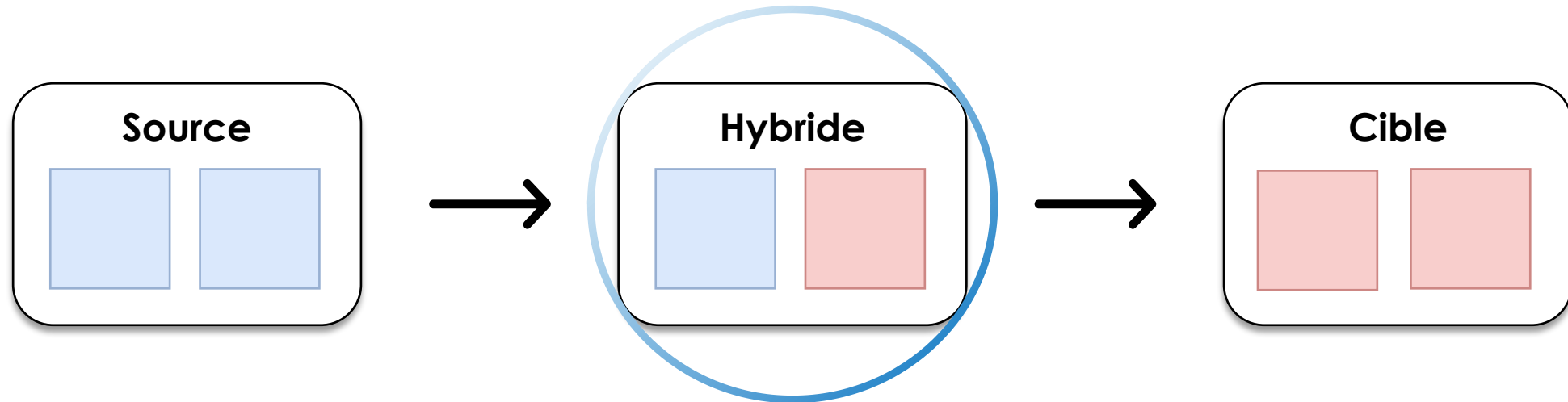
Migration incrémentale

Migration incrémentale 



 Application source
 Application cible

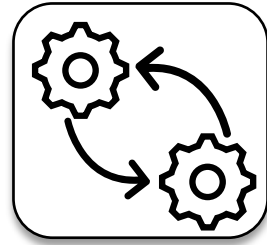
Robillard and Kutscherra (2019)



Quelles sont les **contraintes** identifiées dans la littérature à la conception d'une **architecture hybride** ?

Contraintes d'hybridation

Migration incrémentale 

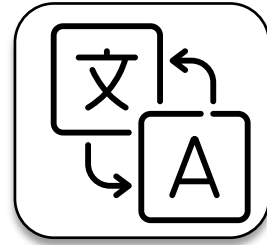


Communication

Robillard and Kutschera (2019)
Sneed *et al.* (2006)

Contraintes d'hybridation

Migration incrémentale 

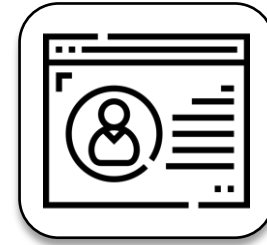


Type Matching

Kontogiannis *et al.* (2010)
Teppe (2009)
Sneed *et al.* (2006)

Contraintes d'hybridation

Migration incrémentale 

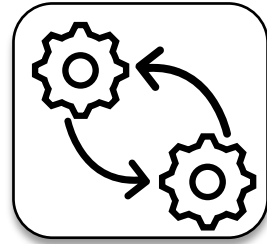


GUI Mixing

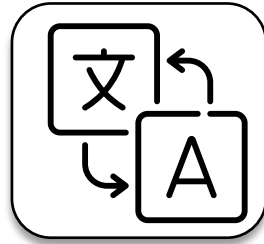
Robillard and Kutschera (2019)
Comella-Dorda *et al.* (2000)
Flores-Ruiz *et al.* (2018)
Zhang *et al.* (2008)
iframe

Contraintes d'hybridation

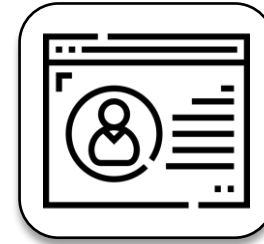
Migration incrémentale 



Communication



Type Matching



GUI Mixing

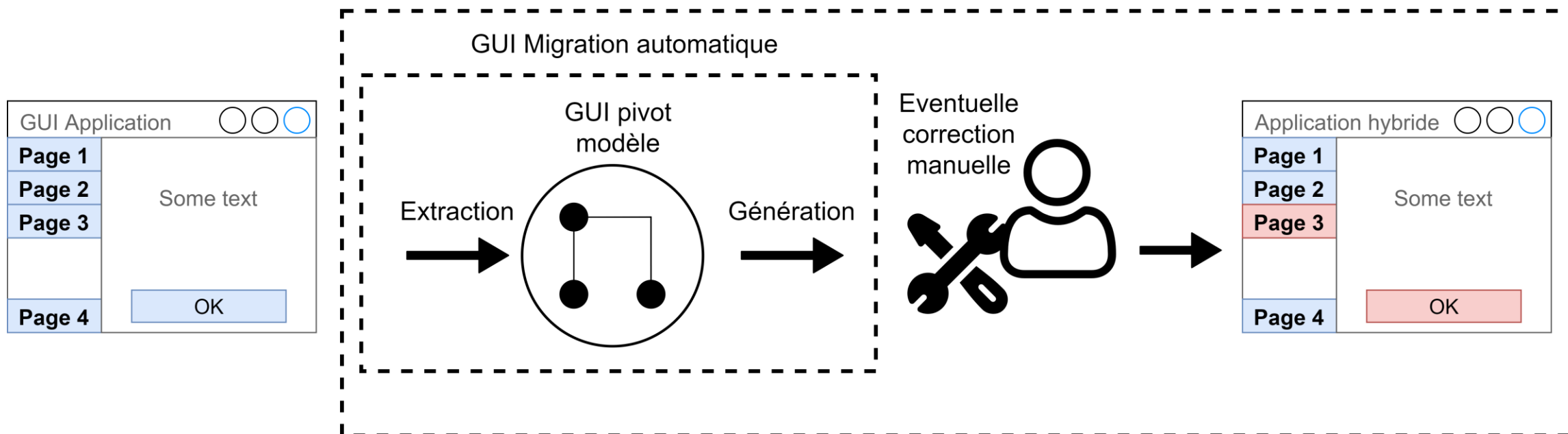
	Communication	Type Matching	GUI mixing
<i>Robillard and Kutschera (2019)</i>	✓		✓
<i>Cormella-Dorda et al. (2000)</i>			✓
<i>Flores-Ruiz et al. (2018)</i>			✓
<i>Zhang et al. (2008)</i>			✓
<i>Kontogiannis et al. (2010)</i>		✓	
<i>Teppe (2009)</i>		✓	
<i>Sneed et al. (2006)</i>	✓	✓	
<i>Technical: iframe</i>			✓

	Communication	Type Matching	GUI mixing
<i>Robillard and Kutschera (2019)</i>	✓		✓
<i>Cornella-Dorda et al.</i>			✓
<div style="border: 2px solid black; border-radius: 20px; padding: 20px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p>Comment résoudre les trois contraintes d'hybridation en même temps ?</p> </div>			
<i>Tepper (2009)</i>		✓	
<i>Sneed et al. (2006)</i>	✓	✓	
<i>Technical: iframe</i>			✓

Ma Proposition

Ma proposition

Migration Incrementale



Application source

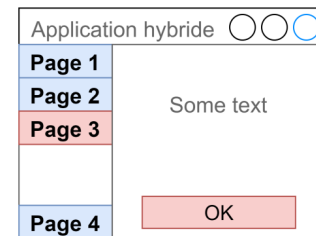
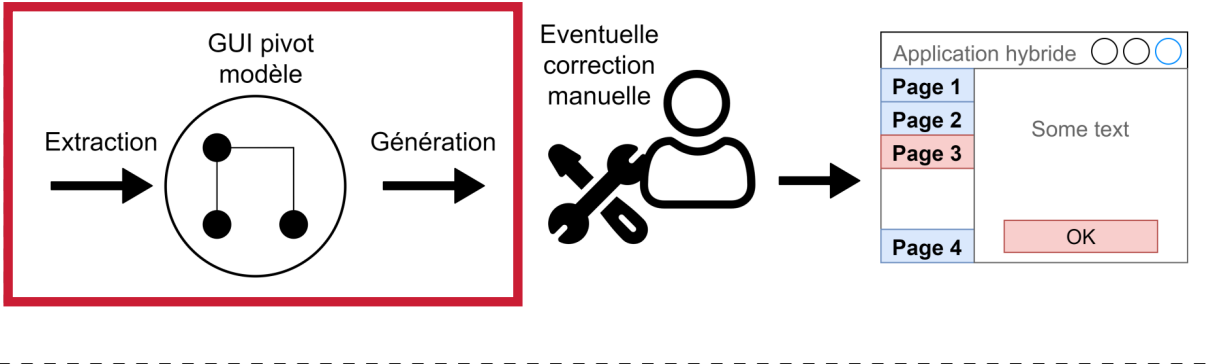
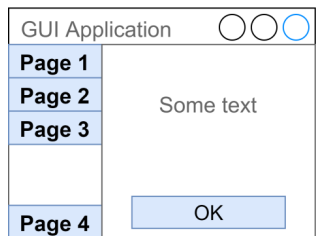
Application cible

GUI MIGRATION



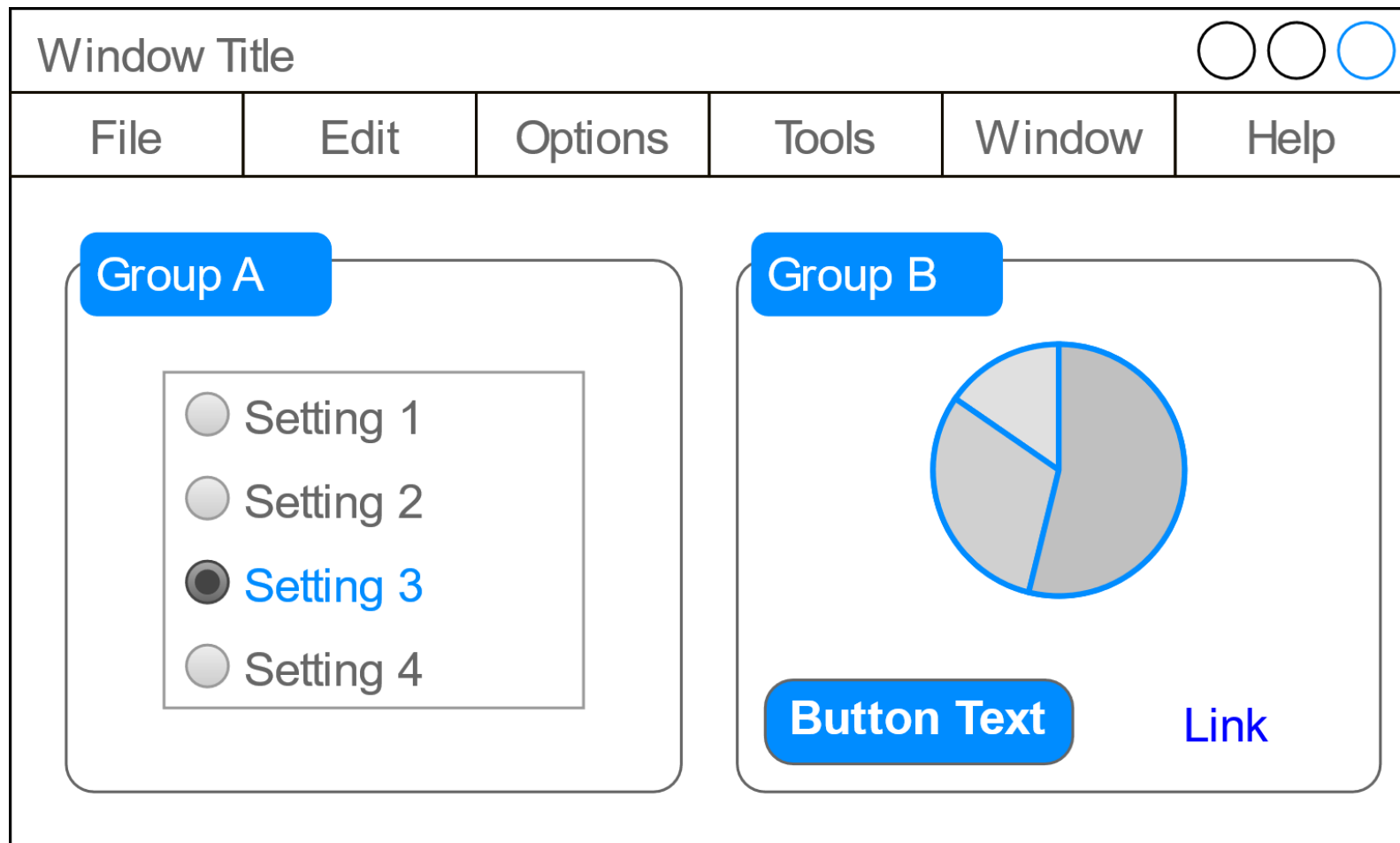
Migration Incrementale

GUI Migration automatique

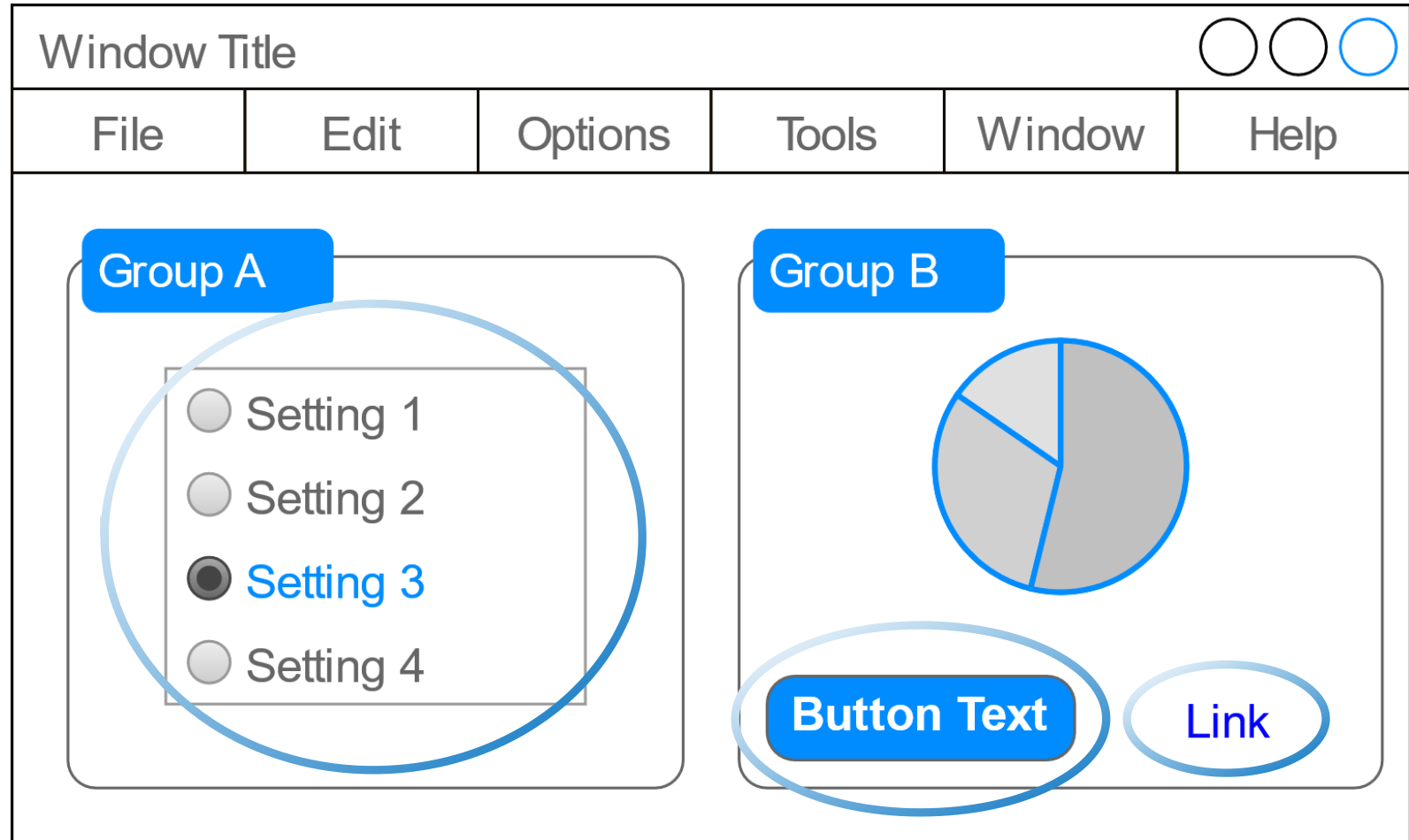


- Introduction
- Etat de l'art
- GUI Migration
- Migration incrémentale
- Validation
- Conclusion

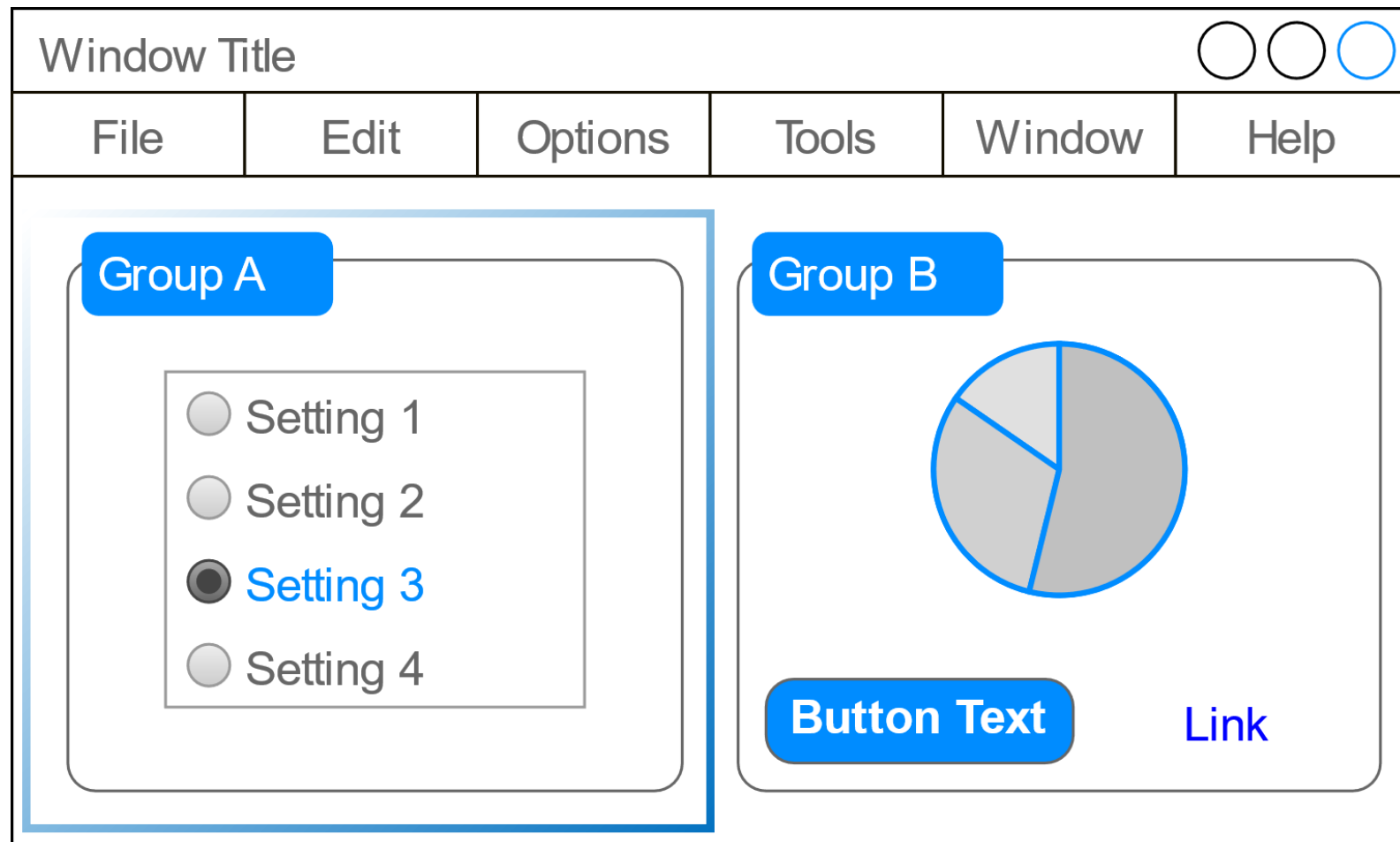
➤ Visuel



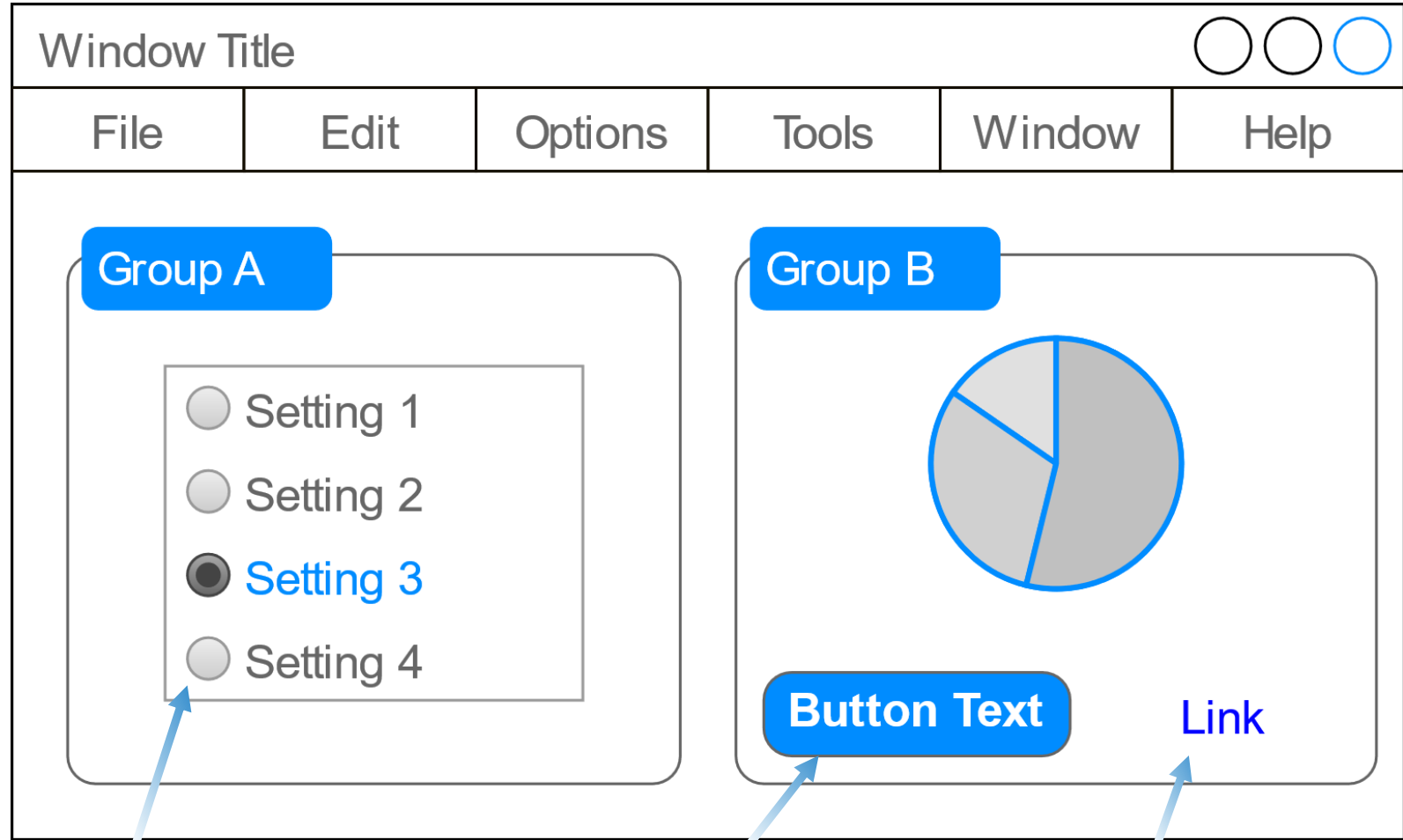
- Visuel
 - Widgets



- Visuel
 - Widgets



- Visuel
 - Widgets
 - Attributs



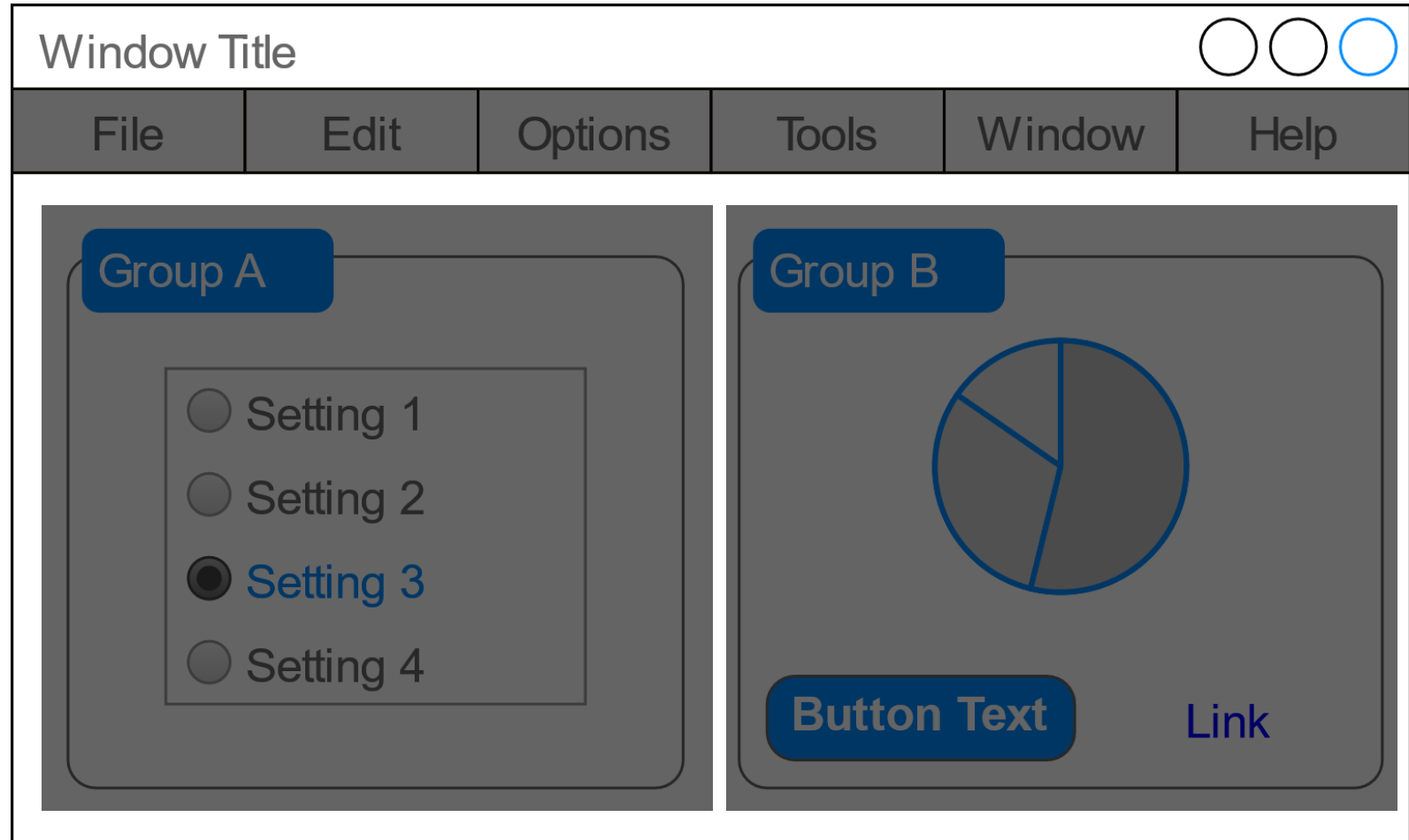
Bouton sélectionné

Couleur du bouton

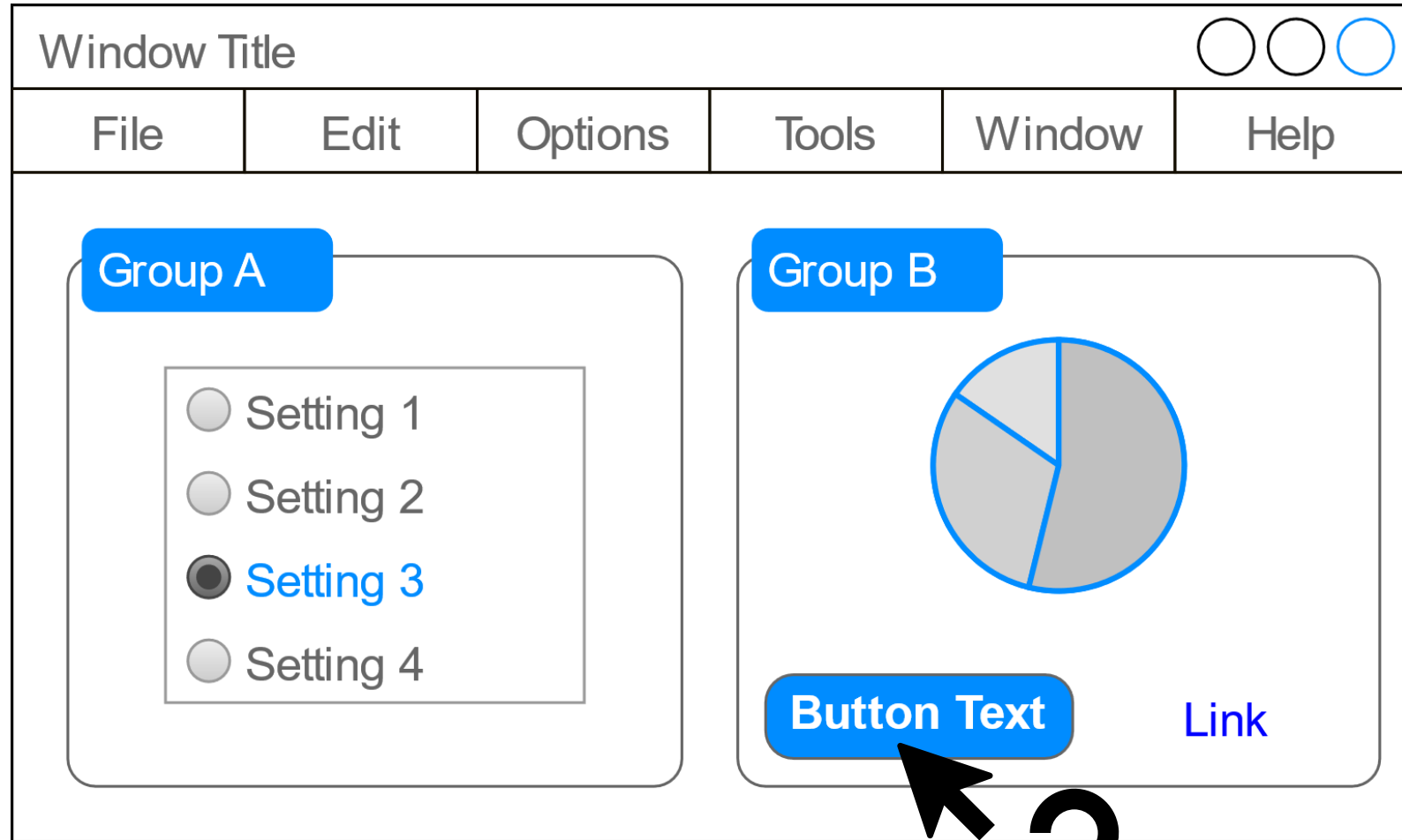
Texte du lien

GUI Migration using MDE from GWT to Angular 6: An Industrial Case – SANER'19 industrial track

- Visuel
 - Widgets
 - Attributs
 - Layout

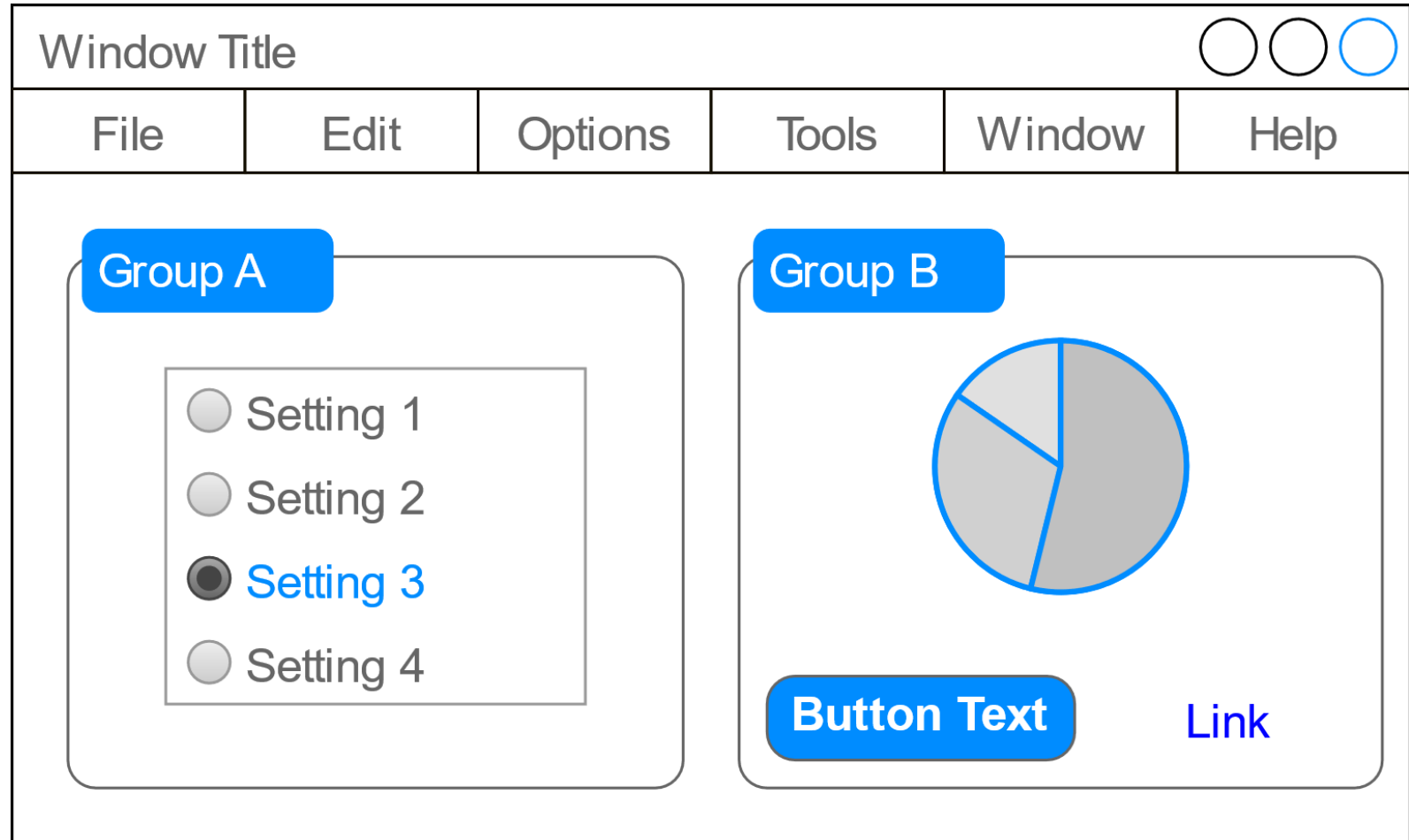


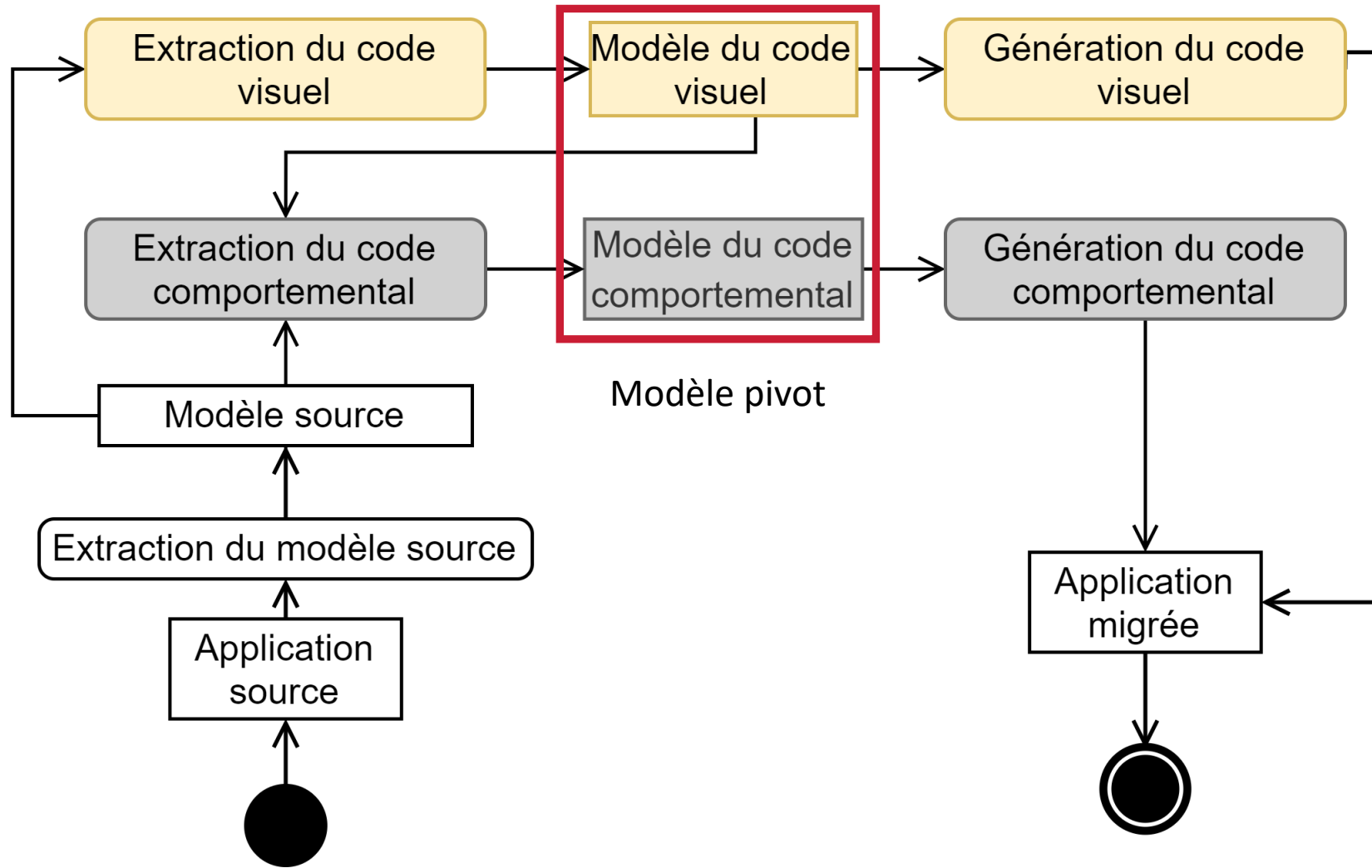
- Visuel
 - Widgets
 - Attributs
 - Layout
- Comportement



GUI Migration using MDE from GWT to Angular 6: An Industrial Case – SANER'19 industrial track

- Visuel
 - Widgets
 - Attributs
 - Layout
- Comportement
- Métier (non traité)





Migration du visuel
 Migration du comportement



Application source

GWT
Spec
Swing
HTML
...



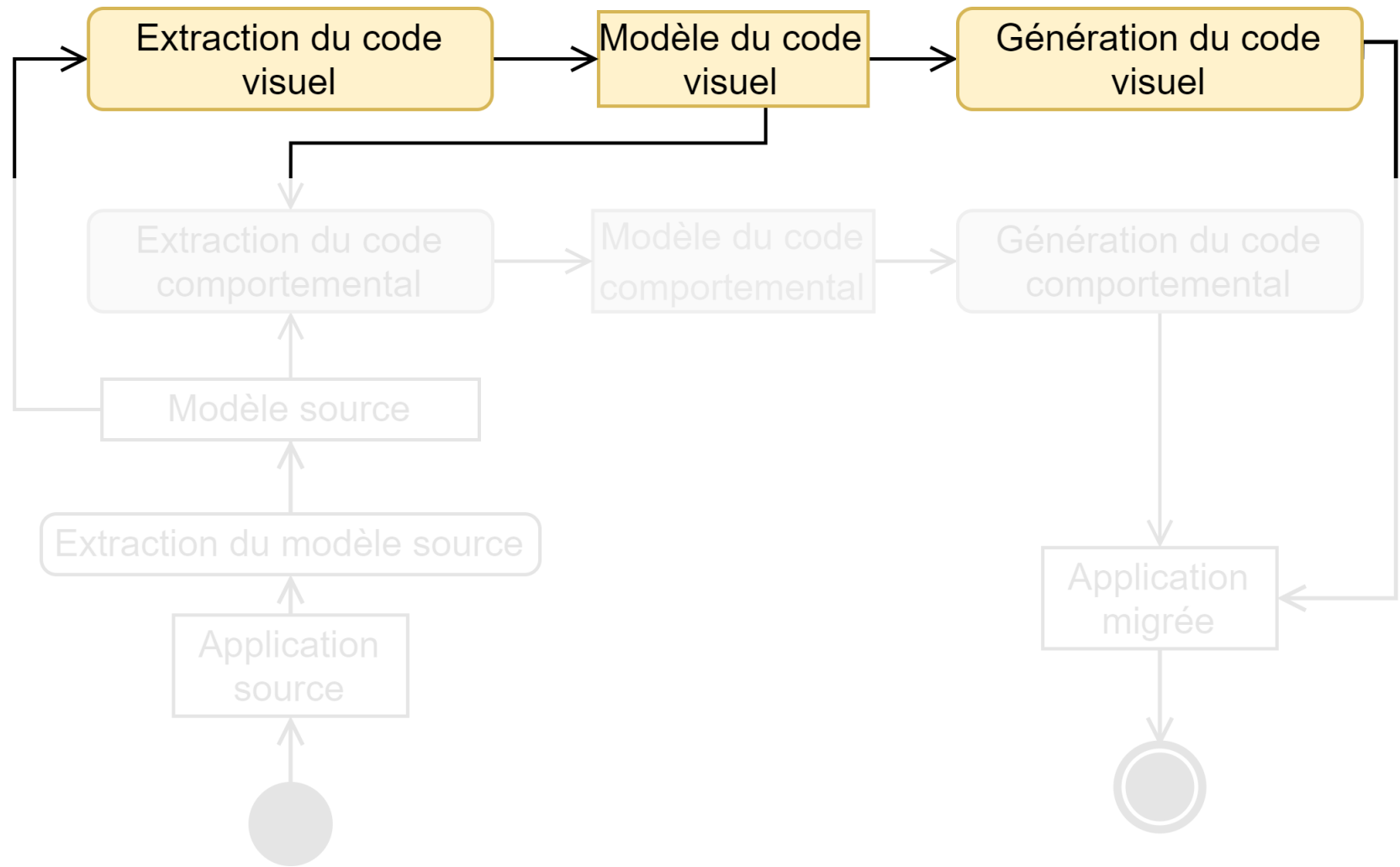
Modèle pivot





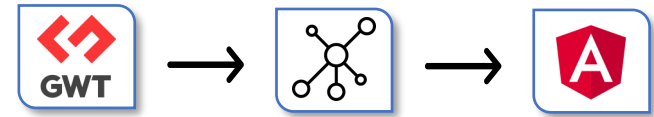
Application cible

Angular
Seaside
Aurelia
Spec2
...

Approche de migration

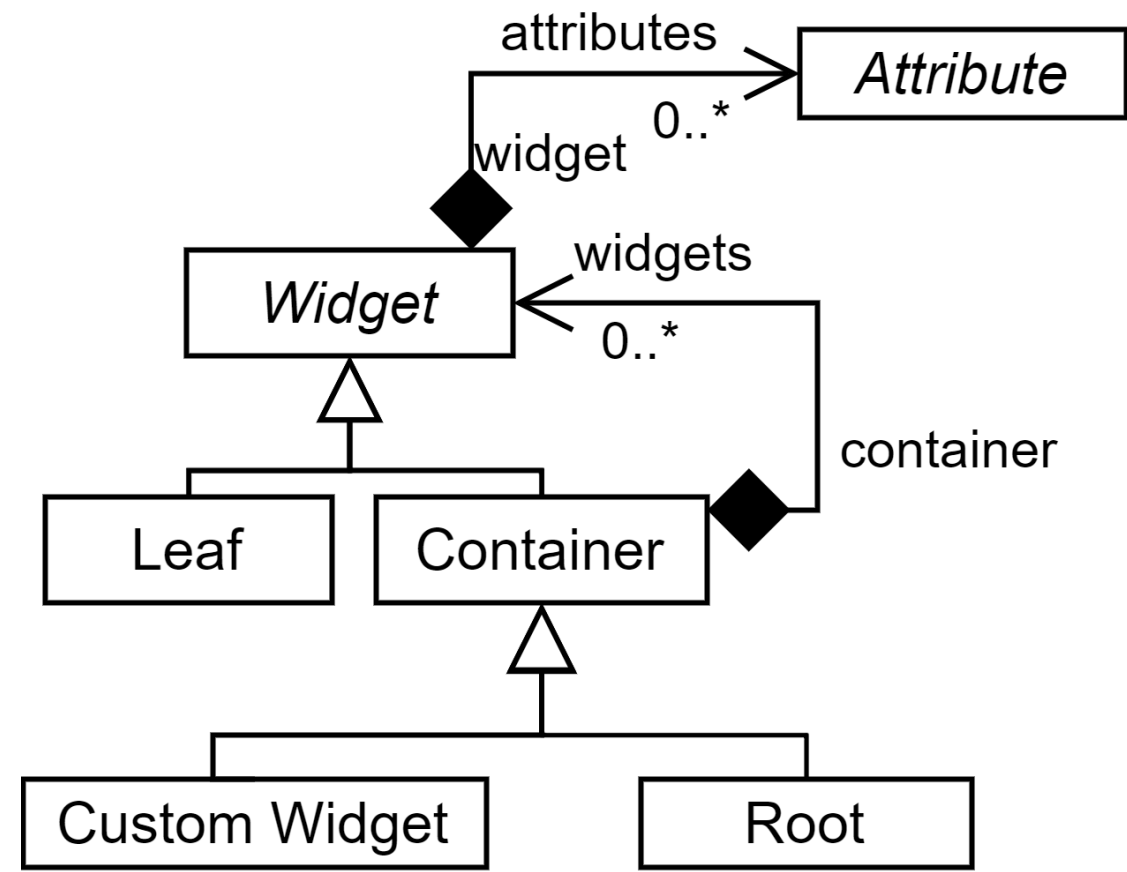


 Migration du visuel
 Migration du comportement



GUI visual aspect migration: a framework agnostic solution – ASE Journal

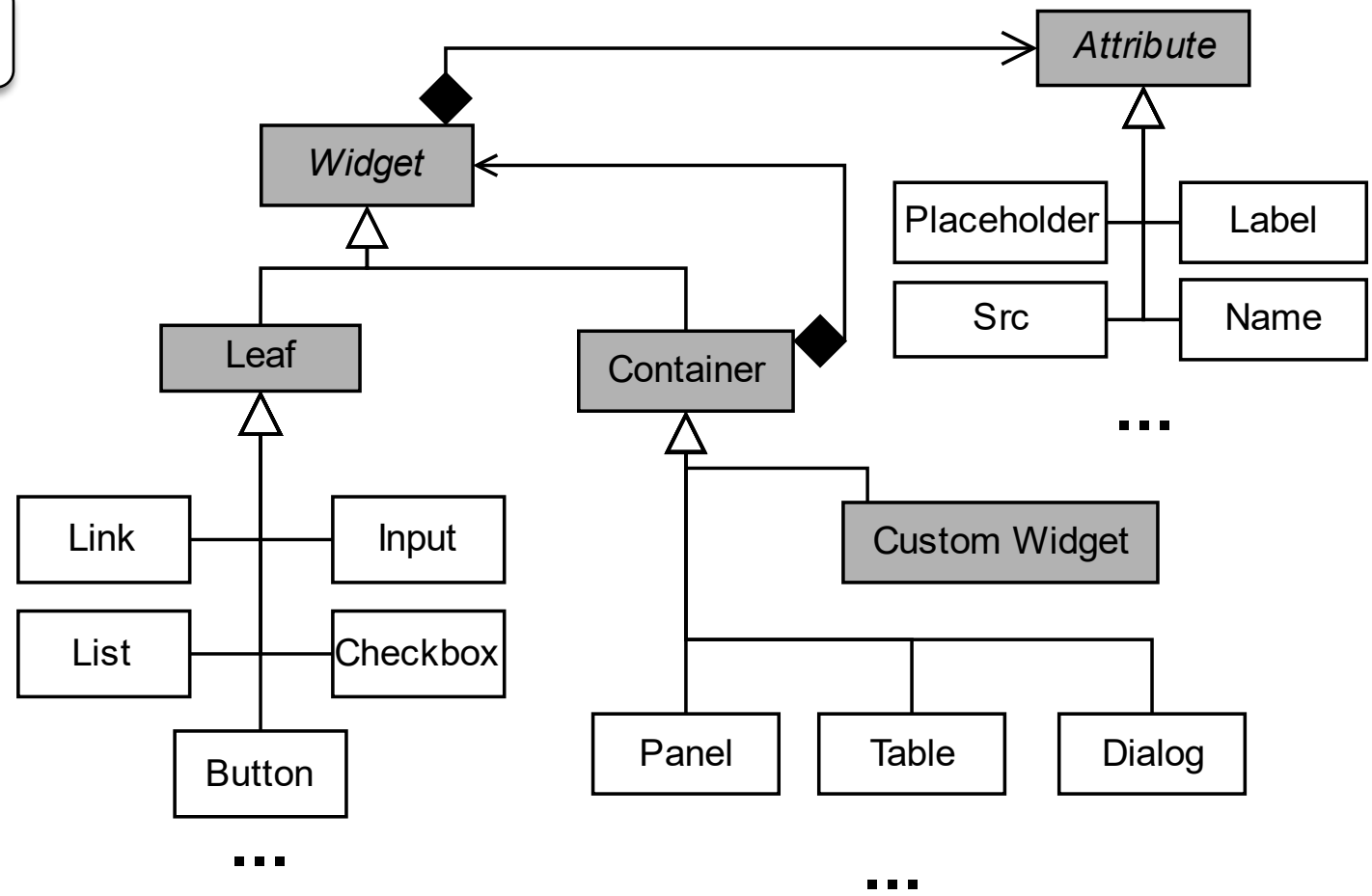
Core package



GUI visual aspect migration: a framework agnostic solution – ASE Journal



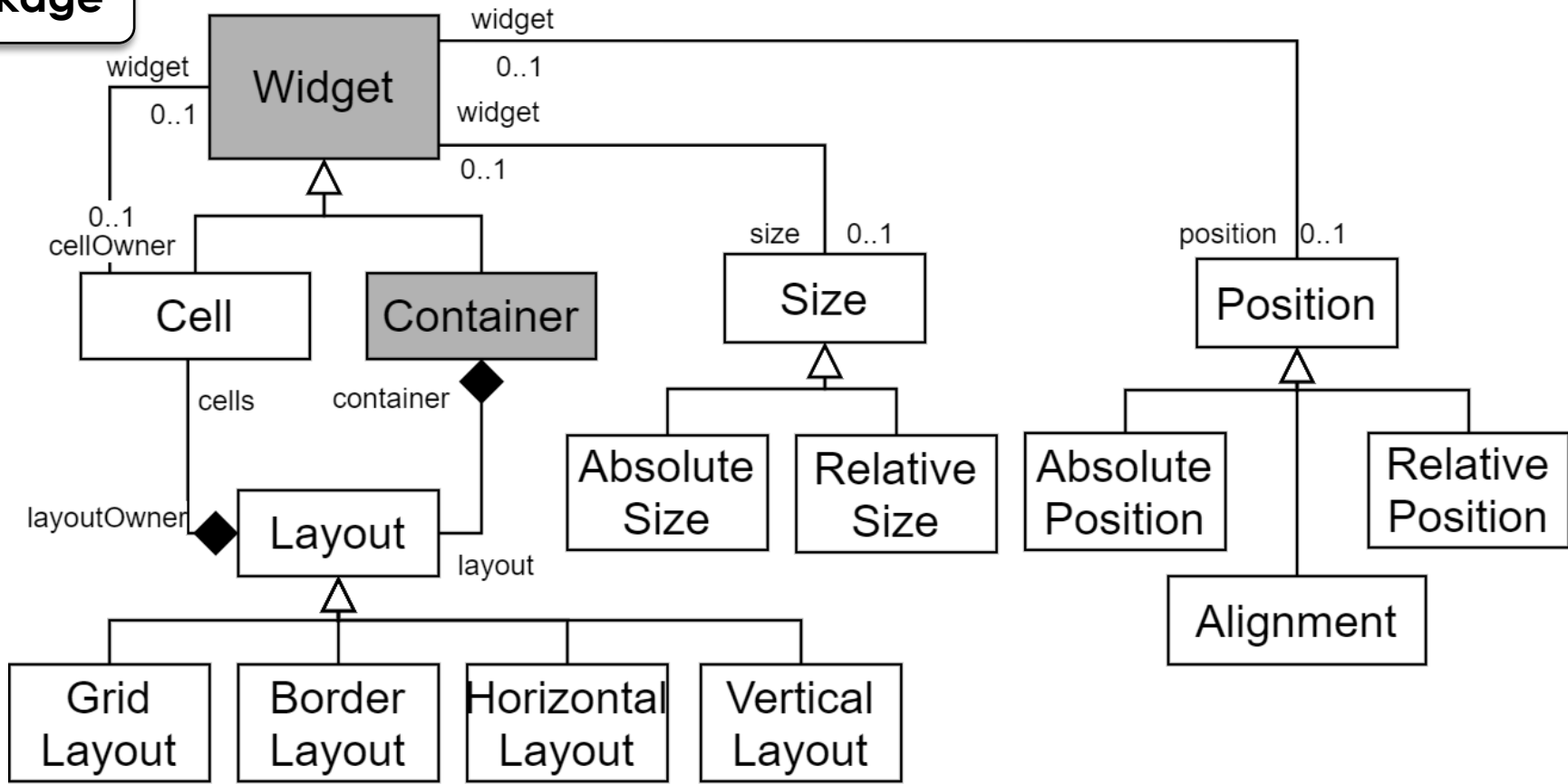
Widgets package



GUI visual aspect migration: a framework agnostic solution – ASE Journal

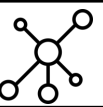


Layout package



GUI visual aspect migration: a framework agnostic solution – ASE Journal





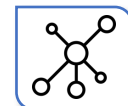
Migration du visuel – Extraction/Génération

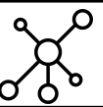
Configuration pour
l'extraction depuis le
framework source

Extraction de
l'application

Configuration pour la
génération vers le
framework cible

Génération de
l'application





Migration du visuel – Extraction/Génération

Configuration pour
l'extraction depuis le
framework source

Extraction de
l'application

Configuration pour la
génération vers le
framework cible

Génération de
l'application

```
class SPBusiness1 extends AbstractBusinessPage {
    @Override
    public void buildPageUi(Object object) {
        LinkLabel lblPg = new LinkLabel("Next");
        lblPg.setEnabled(methodCall());
        content.add(new Label("<Business content>"));
        content.add(lblPg);
        super.setBuild(true);
    }
}
```



<Business Content>

▶ [Next](#)





Configuration pour
l'extraction depuis le
framework source

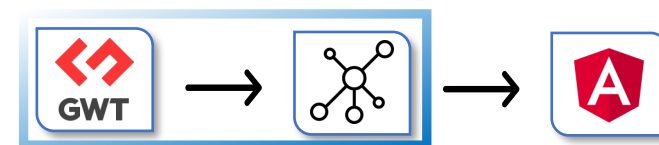
Extraction de
l'application

Configuration pour la
génération vers le
framework cible

Génération de
l'application

Framework source → méta-modèle pivot

JButton	Button
<a>	Lien
GWTHorizontalPanel	Panel + Layout Horizontal





Configuration pour l'extraction depuis le framework source

Extraction de l'application

Configuration pour la génération vers le framework cible

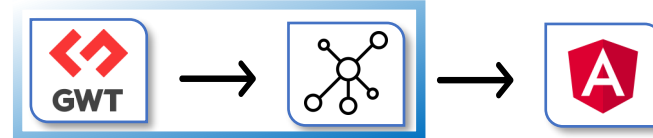
Génération de l'application

```
class SPBusiness1 extends AbstractBusinessPage {
    @Override
    public void buildPageUi(Object object) {
        LinkLabel lblPg = new LinkLabel("Next");
        lblPg.setEnabled(methodCall());
        content.add(new Label("<Business content>"));
        content.add(lblPg);
        super.setBuild(true);
    }
}
```

Concept « Liens »

Création du DOM

Création d'un widget





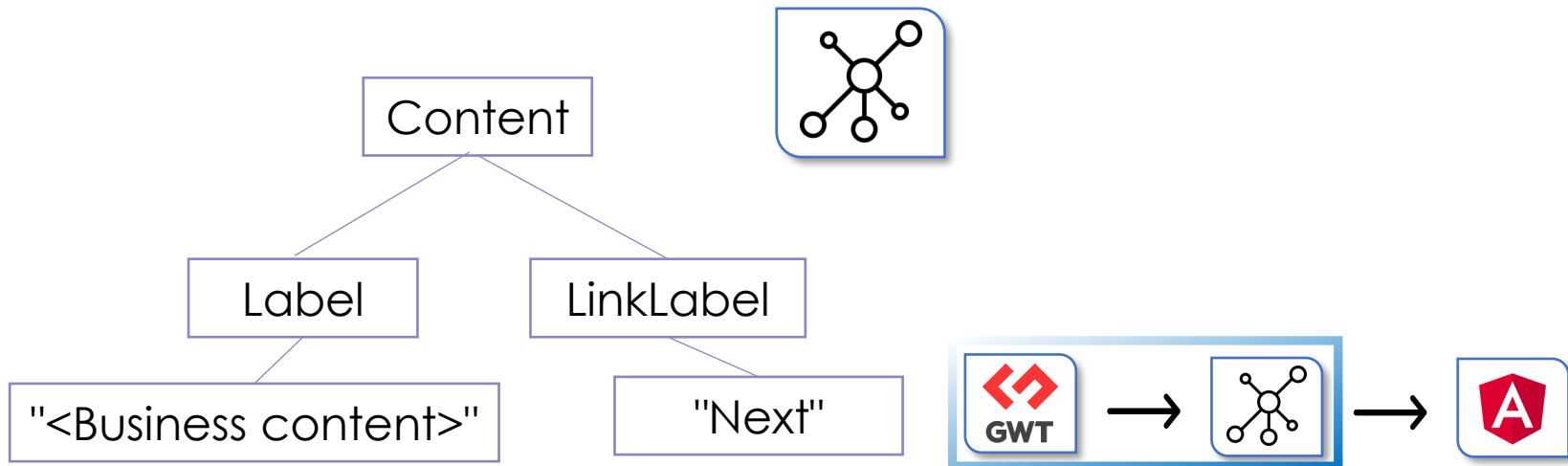
Configuration pour l'extraction depuis le framework source

Extraction de l'application

Configuration pour la génération vers le framework cible

Génération de l'application

```
class SPBusiness1 extends AbstractBusinessPage {  
    @Override  
    public void buildPageUi(Object object) {  
        LinkLabel lblPg = new LinkLabel("Next");  
        lblPg.setEnabled(methodCall());  
        content.add(new Label("<Business content>"));  
        content.add(lblPg);  
        super.setBuild(true);  
    }  
}
```





Configuration pour
l'extraction depuis le
framework source

Extraction de
l'application

Configuration pour la
génération vers le
framework cible

Génération de
l'application

Méta-modèle pivot → Framework cible

Button	<code><button></code>
Lien	<code>GWTLinkLabel</code>
Panel + Layout Horizontal	<code><div class="p-grid"> <div class="p-col-6"></div> <div class="p-col-6"></div> </div></code>

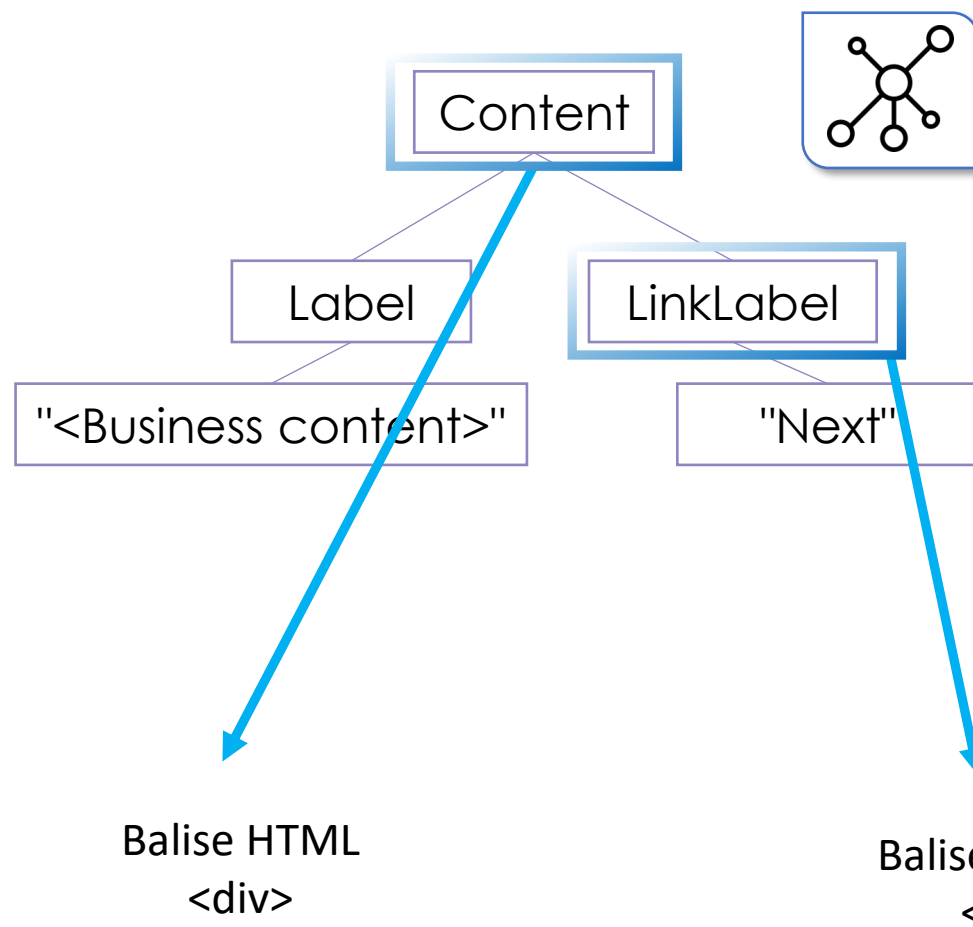


Configuration pour
l'extraction depuis le
framework source

Extraction de
l'application

Configuration pour la
génération vers le
framework cible

Génération de
l'application



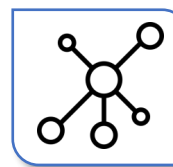
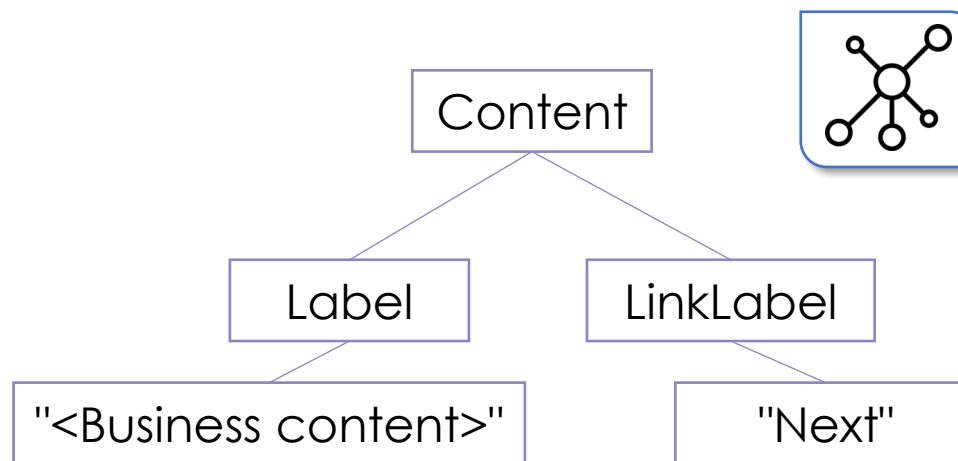


Configuration pour
l'extraction depuis le
framework source

Extraction de
l'application

Configuration pour la
génération vers le
framework cible

Génération de
l'application



```
<div>
  <p>
    &lt;Business Content&gt;
  </p>
  <a href="">Next</a>
</div>
```



Migration du visuel – Extraction/Génération

Framework source → méta-modèle pivot → Framework cible

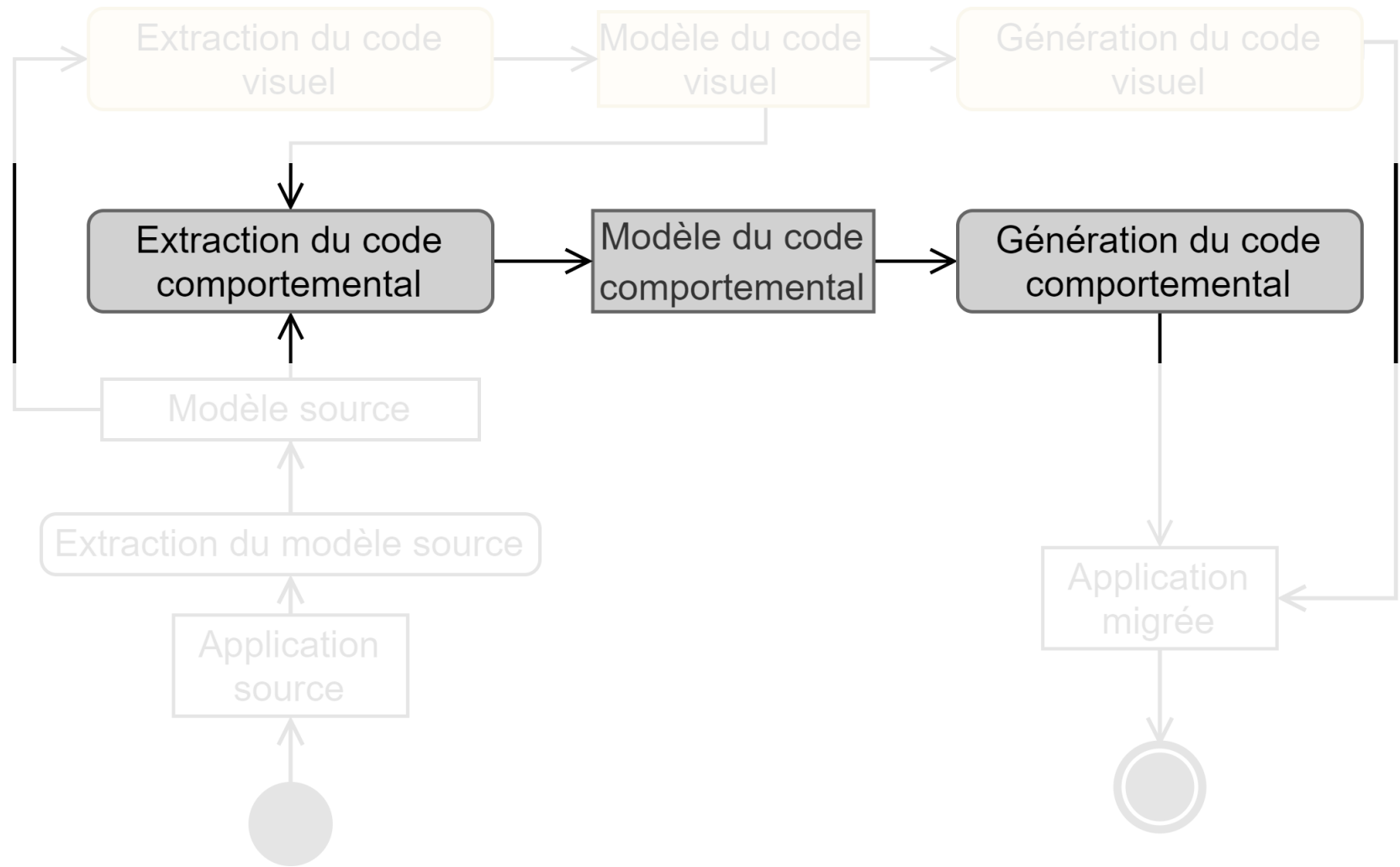
JButton	Button	<button>
<a>	Lien	GWTLinkLabel
GWTHorizontalPanel	Panel + Layout Horizontal	<div class="p-grid"> <div class="p-col-6"></div> <div class="p-col-6"></div> </div>



```
class SPBusiness1 extends AbstractBusinessPage {
  @Override
  public void buildPageUi(Object object) {
    LinkLabel lblPg = new LinkLabel("Next");
    lblPg.setEnabled(methodCall());
    content.add(new Label("<Business content>"));
    content.add(lblPg);
    super.setBuild(true);
  }
}
```



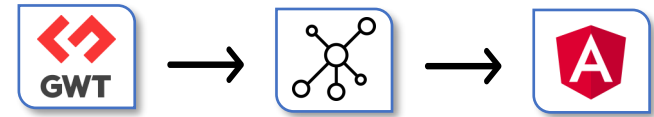
```
<div>
  <p>
    &lt;Business Content&gt;
  </p>
  <a href="">Next</a>
</div>
```





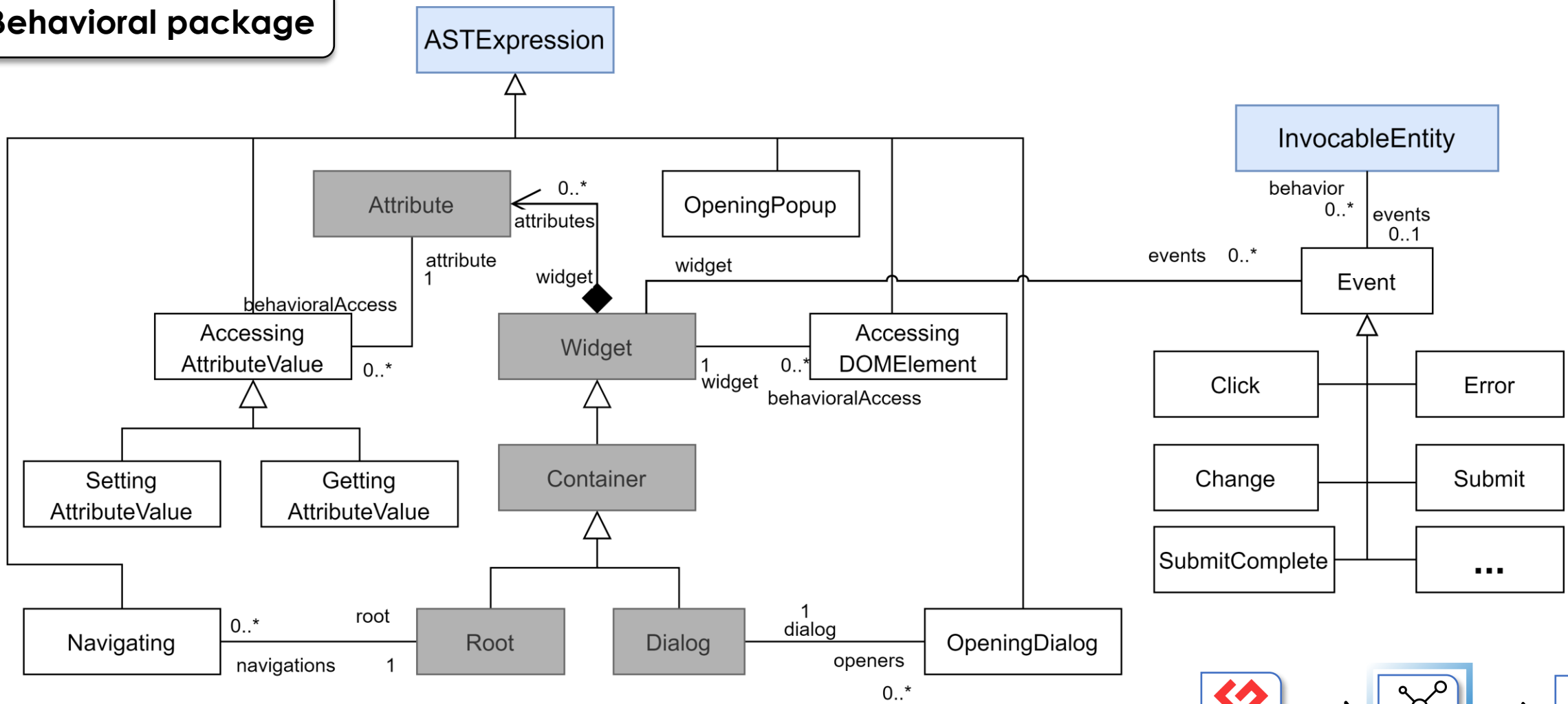
 Migration du visuel
 Migration du comportement

Migrating GUI behavior: from GWT to Angular – ICSME'21 industrial track



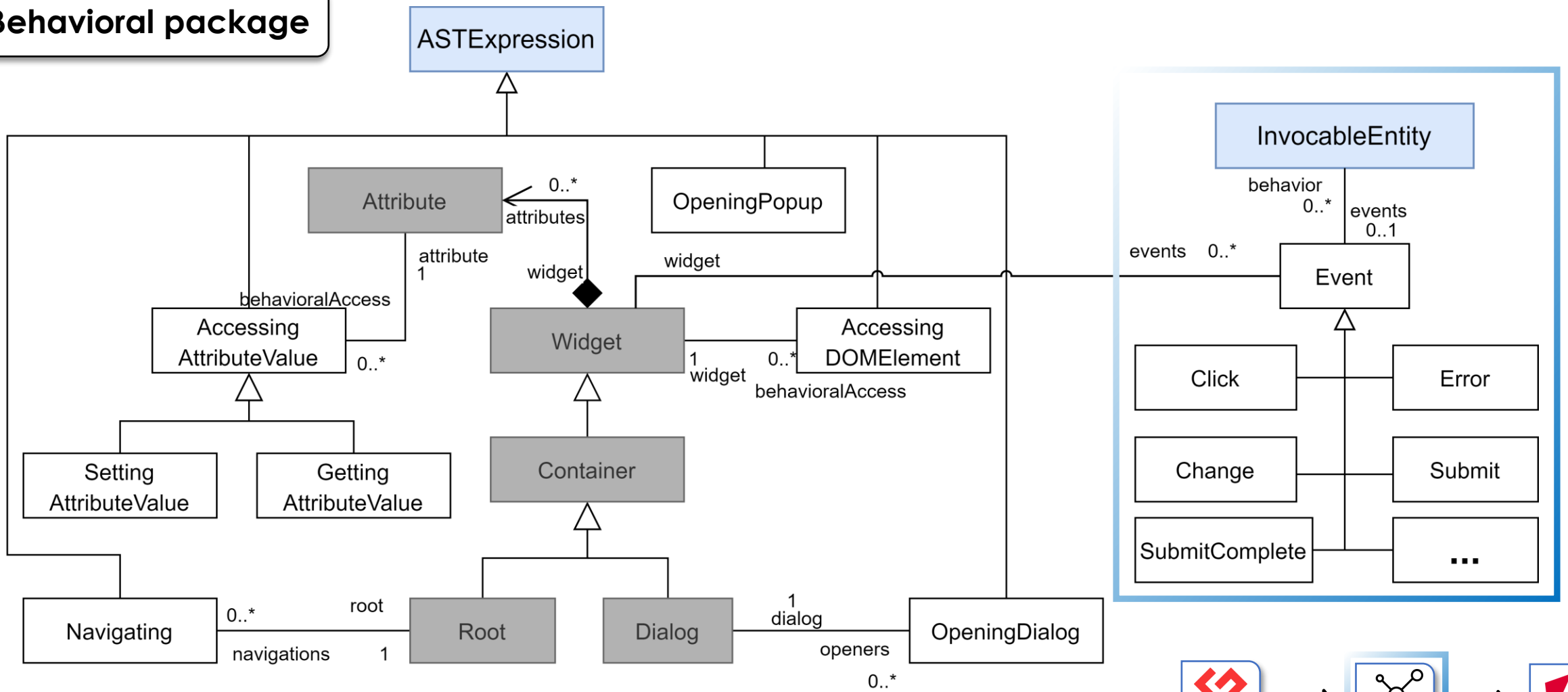
Migration du comportement – méta-modèle pivot

Behavioral package



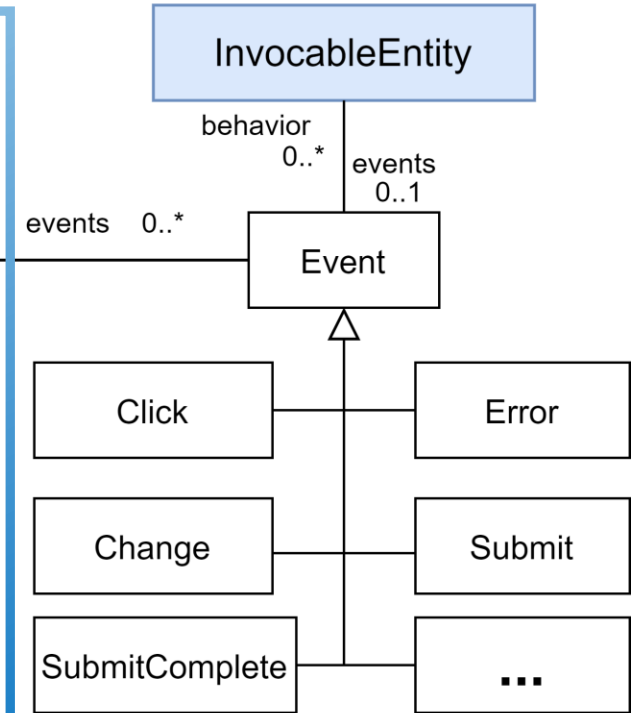
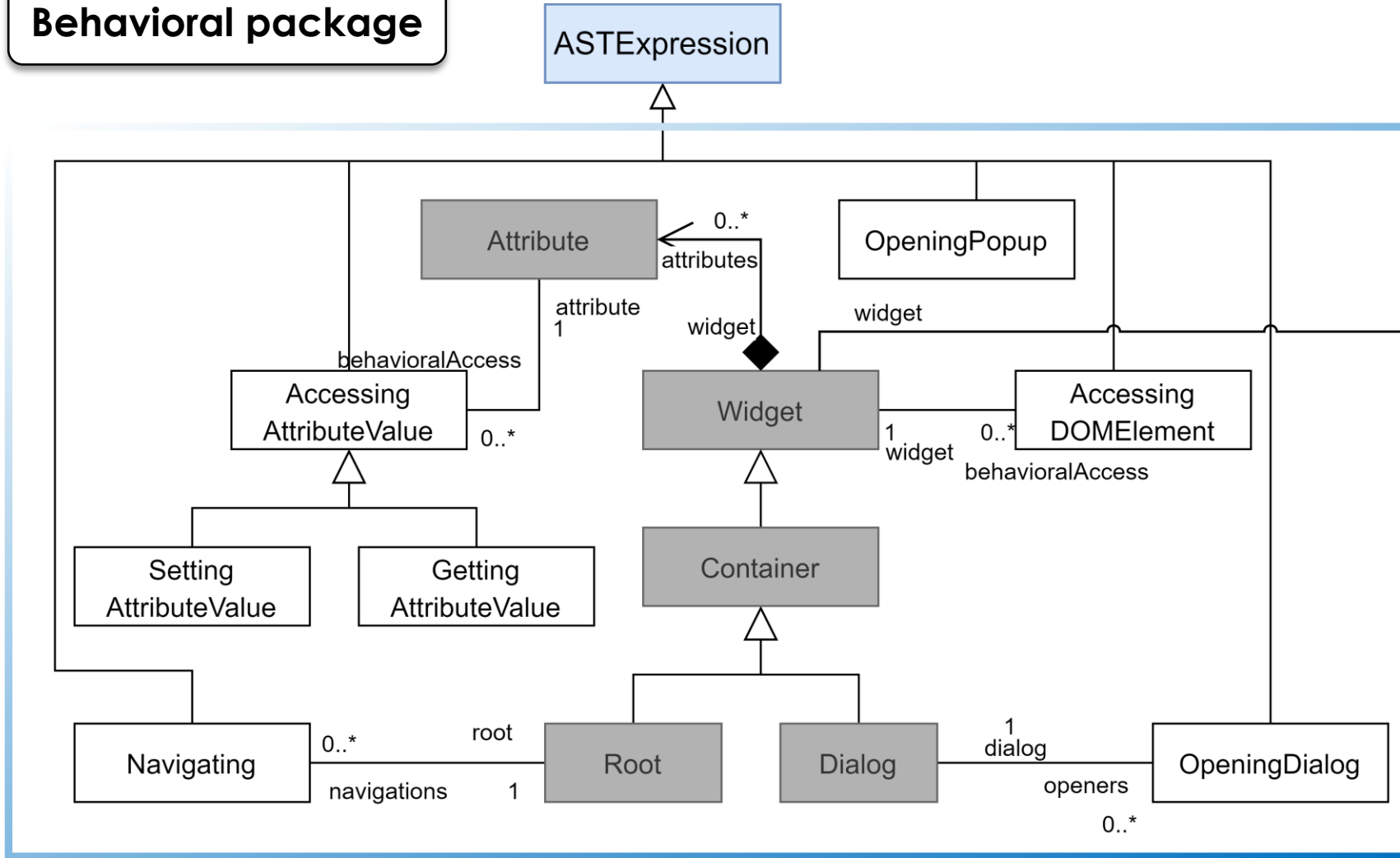
Migration du comportement – méta-modèle pivot

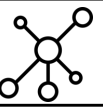
Behavioral package



Migration du comportement – méta-modèle pivot

Behavioral package





Migration du comportement – Extraction/Génération

Configuration pour
l'extraction depuis le
framework source

Extraction de
l'application

Configuration pour la
génération vers le
framework cible

Génération de
l'application

Migration du comportement – Extraction/Génération

Configuration pour
l'extraction depuis le
framework source

Extraction de
l'application

Configuration pour la
génération vers le
framework cible

Génération de
l'application

```
Panel panel = new Panel();  
LinkButton linkbutton = new LinkButton("Send");  
linkbutton.addClickHandler(new ClickHandler() {  
    public void onClick(ClickEvent event) { ... }});  
panel.add((new Button()).addClickHandler(new ClickHandler() { ... }));
```



```
public void onClick(final ClickEvent event) {  
    this.generateError();  
}  
private void generateError() {  
    if(debugMode){  
        System.err.println("logging error");  
        EventPopup.displayError("I am an error");  
    } else {  
        Workspace.getPhaseManager().displayPhase(ConstantsPhase.APage());  
    }  
}
```





Migration du comportement – Extraction

Configuration pour
l'extraction depuis le
framework source

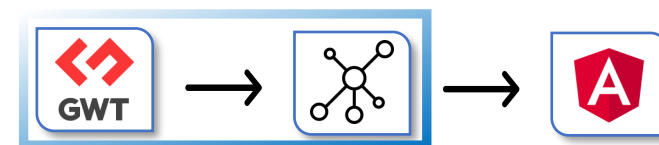
Extraction de
l'application

Configuration pour la
génération vers le
framework cible

Génération de
l'application

Framework source → méta-modèle pivot

ClickHandler	Click
EventPopup.display(...)	OpeningPopup



Migration du comportement – Extraction

Configuration pour l'extraction depuis le framework source

Extraction de l'application

Configuration pour la génération vers le framework cible

Génération de l'application

```

Panel panel = new Panel();
LinkButton linkbutton = new LinkButton("Send");
linkbutton.addClickHandler(new ClickHandler() {
    public void onClick(ClickEvent event) { ... });
panel.add((new Button()).addClickHandler(new ClickHandler() { ... }));
    
```



Click Event Handler types

```

public void onClick(final ClickEvent event) {
    this.generateError();
}
private void generateError() {
    if(debugMode){
        System.err.println("logging error");
        EventPopup.displayError("I am an error");
    } else {
        Workspace.getPhaseManager().displayPhase(ConstantsPhase.APage());
    }
}
    
```



Code comportemental





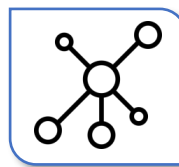
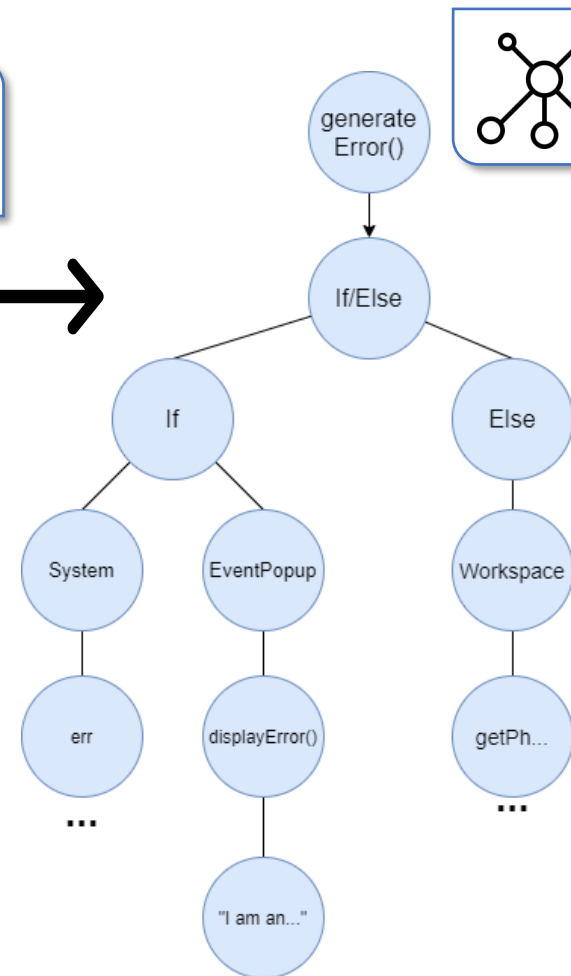
Configuration pour
l'extraction depuis le
framework source

Extraction de
l'application

Configuration pour la
génération vers le
framework cible

Génération de
l'application

```
public void onClick(final ClickEvent event) {
    this.generateError();
}
private void generateError() {
    if(debugMode){
        System.err.println("logging error");
        EventPopup.displayError("I am an error");
    } else {
        Workspace.getPhaseManager().displayPhase(ConstantsPhase.APage());
    }
}
```



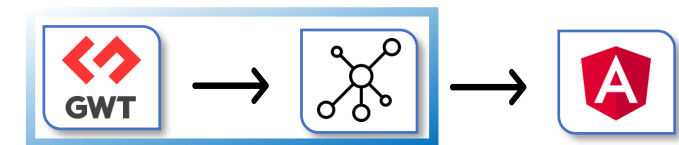
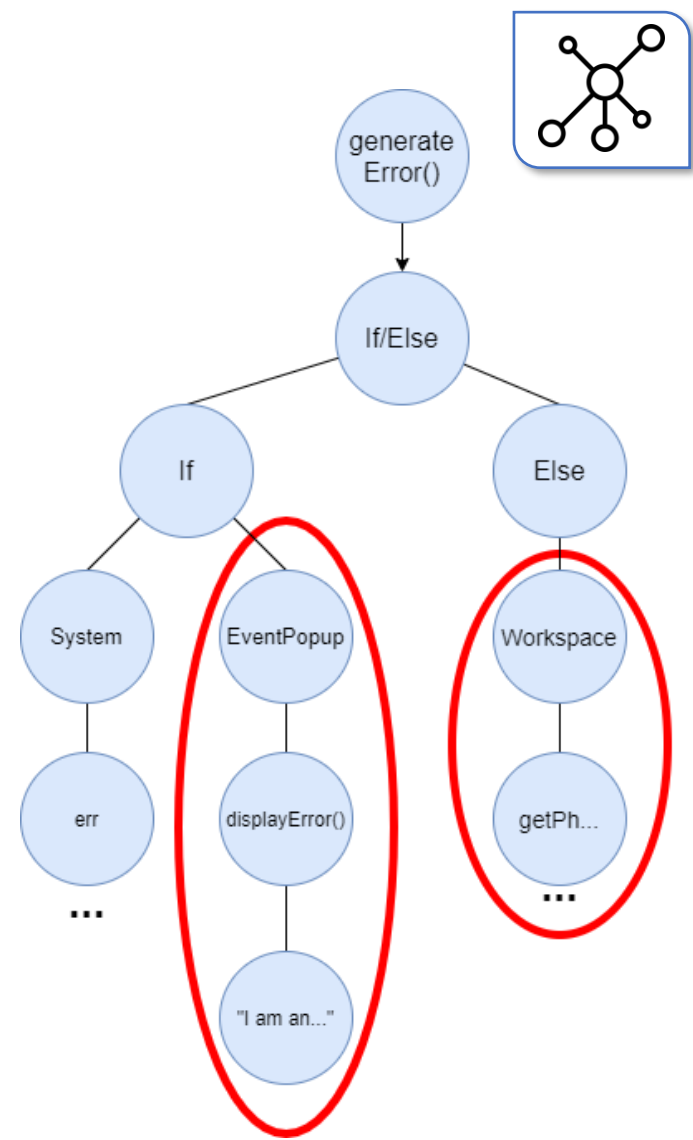
Migration du comportement – Extraction

Configuration pour l'extraction depuis le framework source

Extraction de l'application

Configuration pour la génération vers le framework cible

Génération de l'application



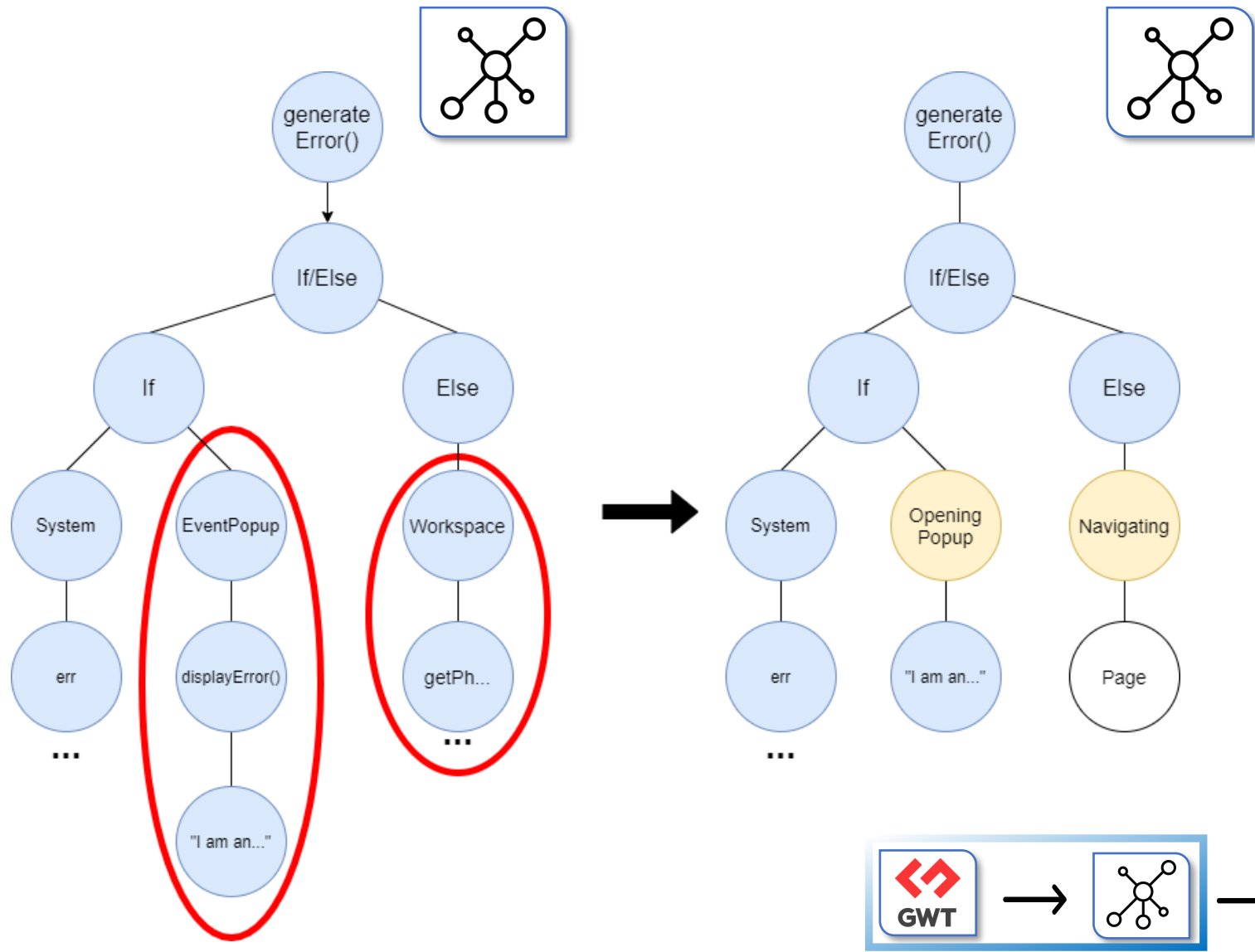
Migration du comportement – Extraction

Configuration pour l'extraction depuis le framework source

Extraction de l'application

Configuration pour la génération vers le framework cible

Génération de l'application





Migration du comportement – Génération

Configuration pour
l'extraction depuis le
framework source

Extraction de
l'application

Configuration pour la
génération vers le
framework cible

Génération de
l'application

Méta-modèle pivot → Framework cible & Dépendance

Click	(click)=''	
openingPopup	this._toastrService	Service Popup





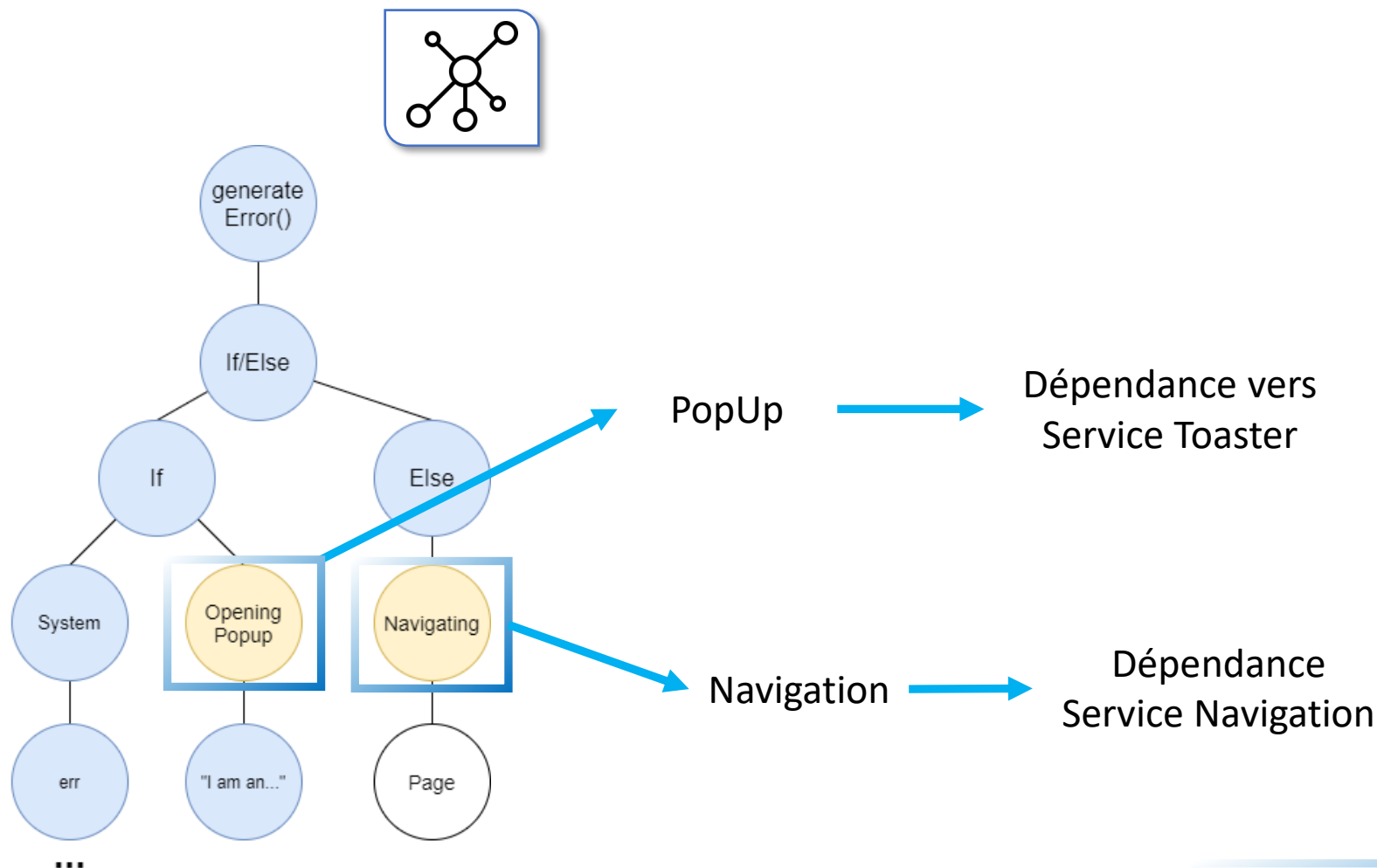
Migration du comportement – Génération

Configuration pour l'extraction depuis le framework source

Extraction de l'application

Configuration pour la génération vers le framework cible

Génération de l'application



Migration du comportement – Génération

Configuration pour
l'extraction depuis le
framework source

Extraction de
l'application

Configuration pour la
génération vers le
framework cible

Génération de
l'application

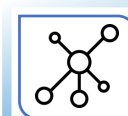
Dépendance
Service Navigation

Dépendance vers
Service Toaster

PopUp

Navigation

```
constructor(  
  protected _desktopService: DesktopService,  
  private _toastService: ToastrService,){  
  
  onClick(event) {  
    this.generateError();  
  }  
  
  generateError() {  
    if(debugMode) {  
      this._toastService.error('I am an error');  
    } else {  
      this._desktopService.openPage('AnotherPage');  
    }  
  }  
}
```



Migration du comportement – Extraction/Génération

Framework source → Méta-modèle pivot → Framework cible

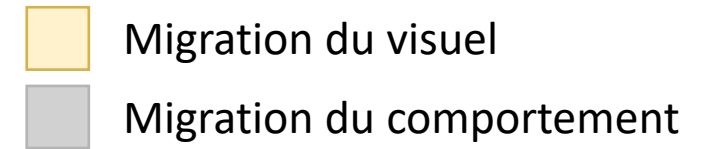
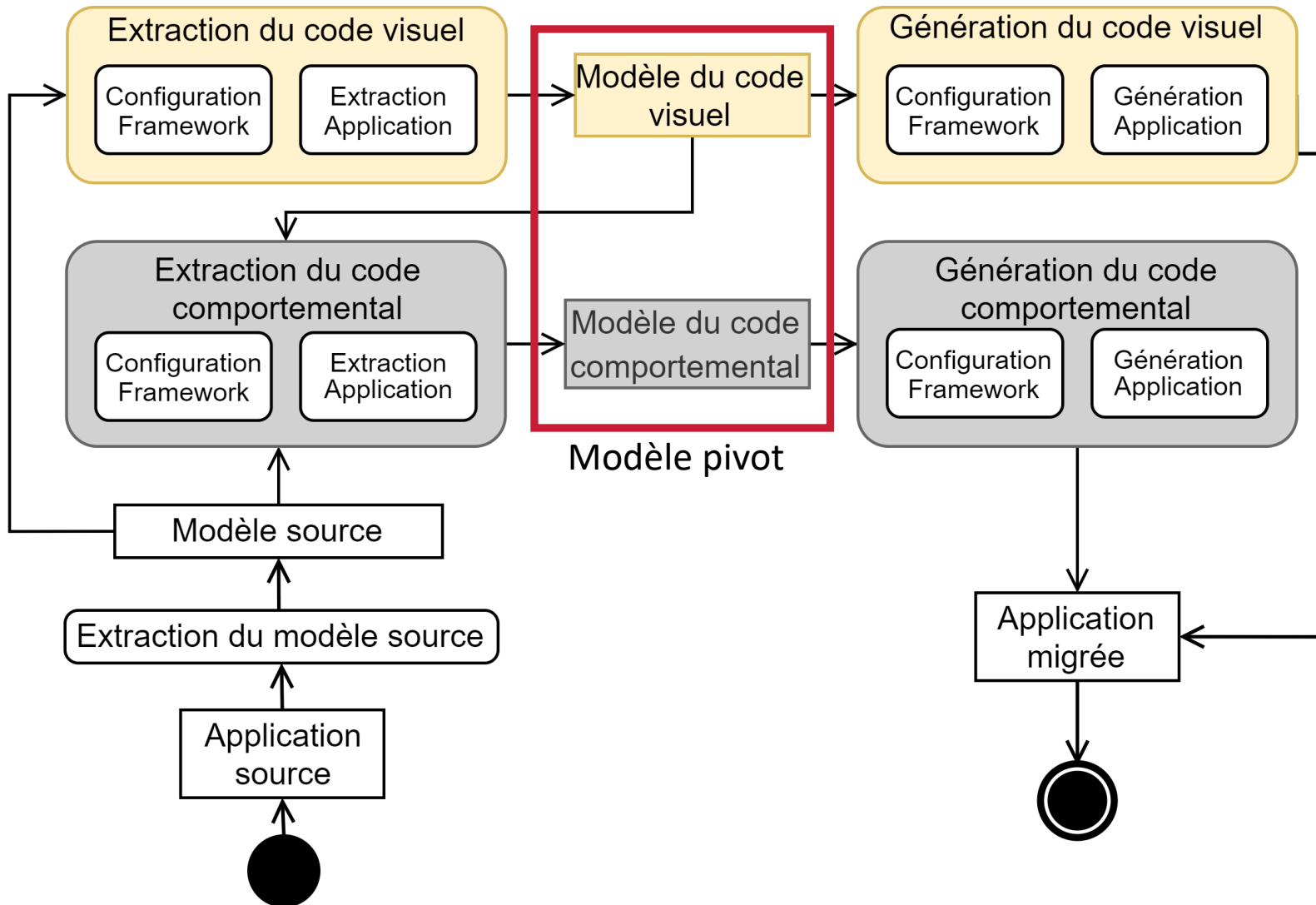
ClickHandler	Click	(click)=''	
EventPopup.display(...)	openingPopup	this._toastrService	Service Popup



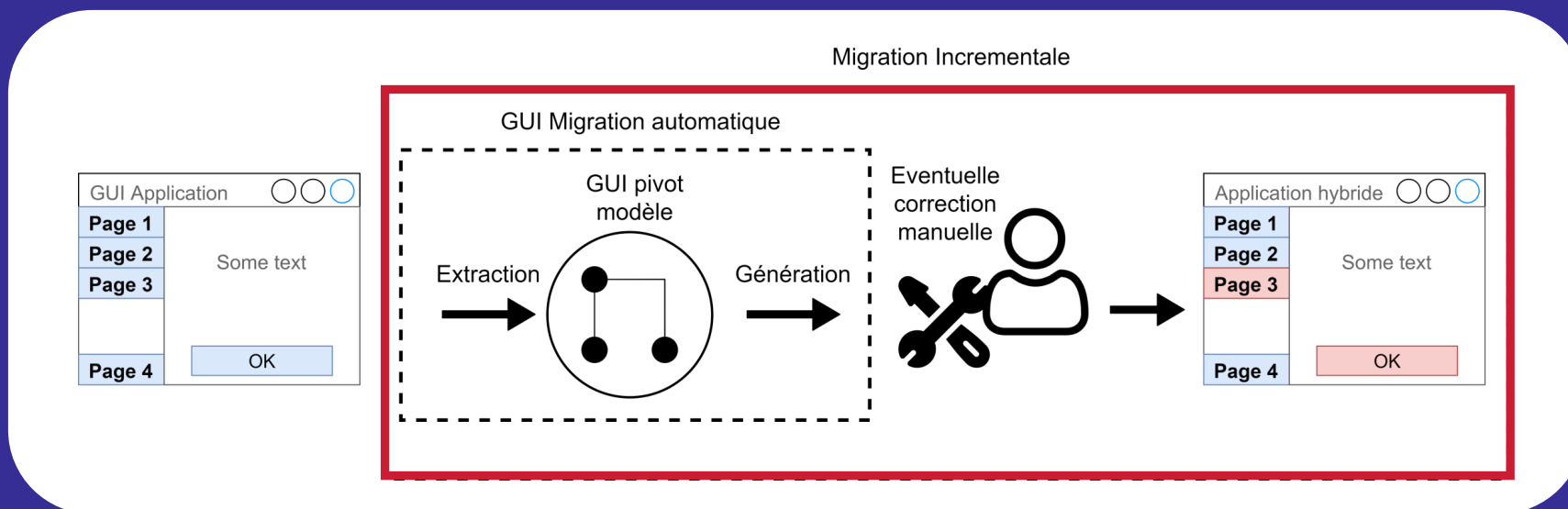
```
public void onClick(final ClickEvent event) {
    this.generateError();
}
private void generateError() {
    if(debugMode){
        System.err.println("logging error");
        EventPopup.displayError("I am an error");
    } else {
        Workspace.getPhaseManager().displayPhase(ConstantsPhase.APage());
    }
}
```

```
constructor(
    protected _desktopService: DesktopService,
    private _toastrService: ToastrService,){
}
onClick(event) {
    this.generateError();
}
generateError() {
    if(debugMode) {
        this._toastrService.error('I am an error');
    } else {
        this._desktopService.openPage('AnotherPage');
    }
}
```





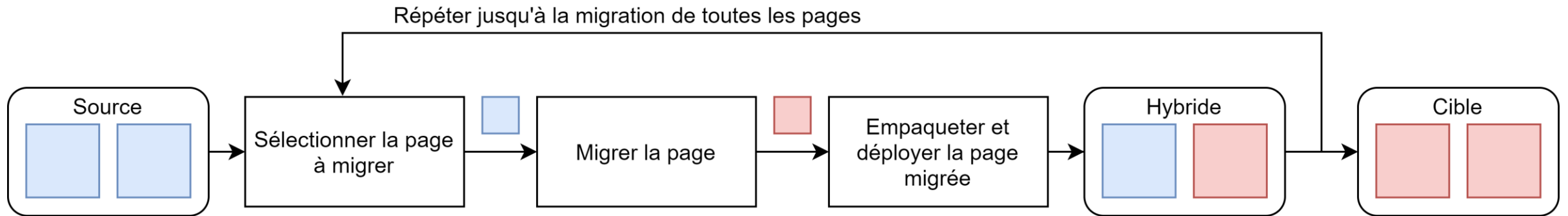
MIGRATION INCREMENTALE



- Introduction
- Etat de l'art
- GUI Migration
- Migration incrémentale
- Validation
- Conclusion

From GWT to Angular: An Experiment Report on Migrating a Legacy Web Application – IEEE Software Hybrid Architecture for Incremental Migration Approach – Caise'21 Soumis

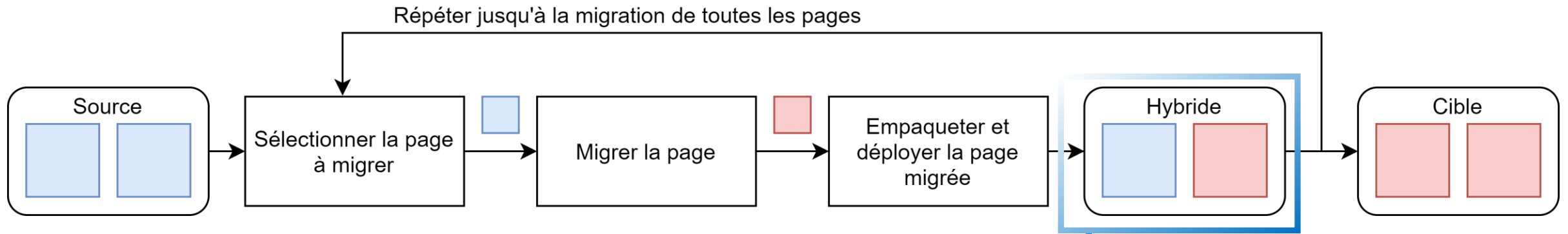
Approche de migration incrémentale



 Application source

 Application cible

Approche de migration incrémentale

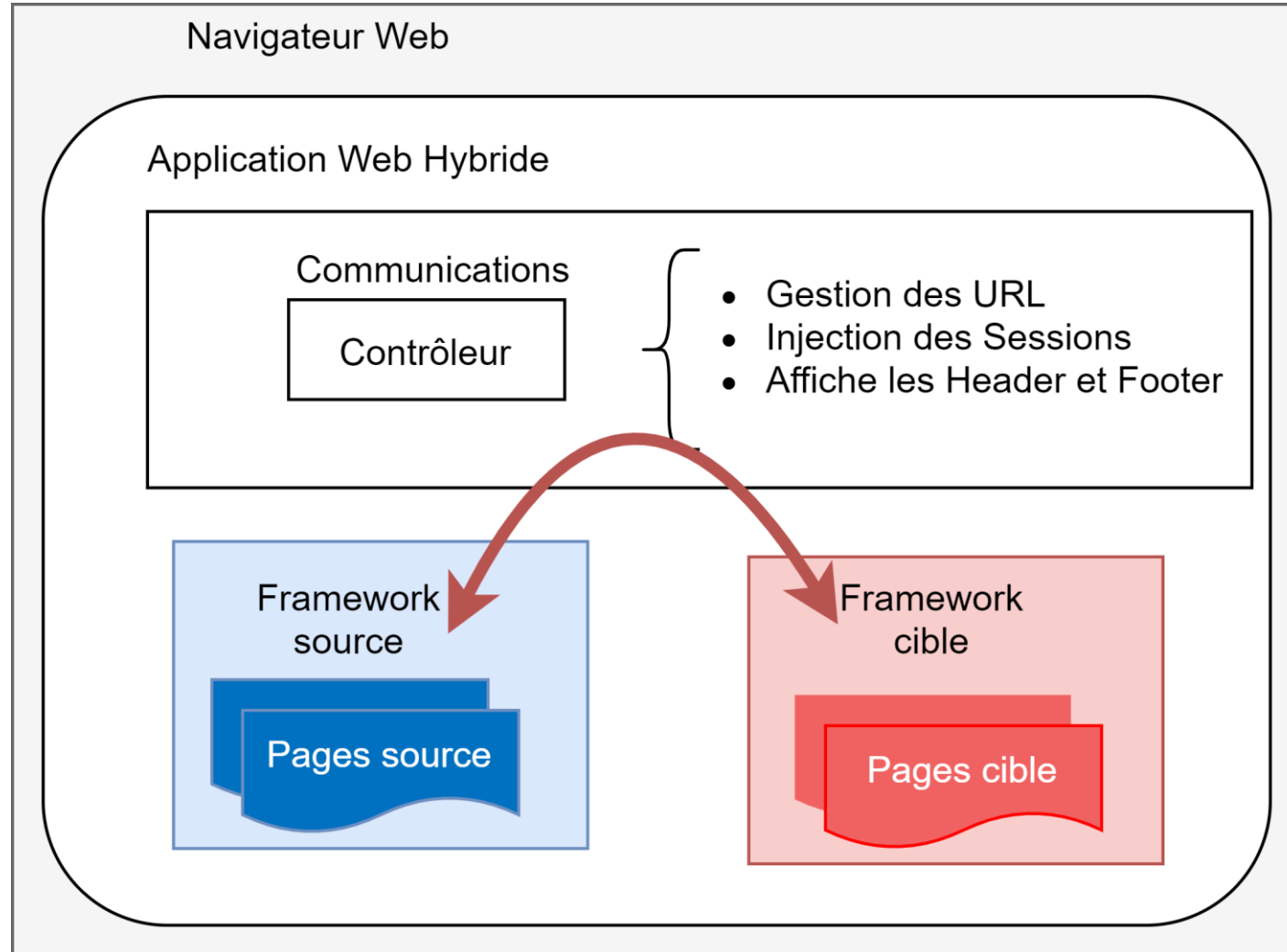


 Application source

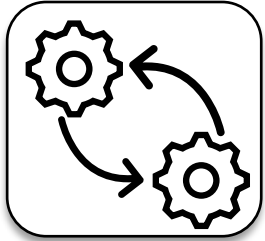
 Application cible

Comment fonctionne
l'architecture hybride ?

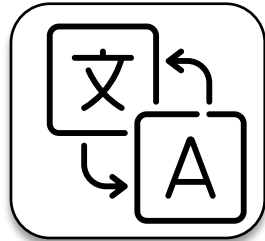
Architecture hybride



Architecture hybride – contraintes



Communication

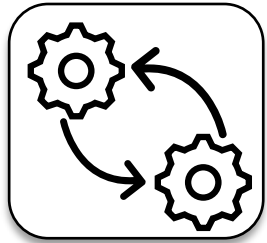


Type Matching



GUI Mixing

Architecture hybride – contraintes



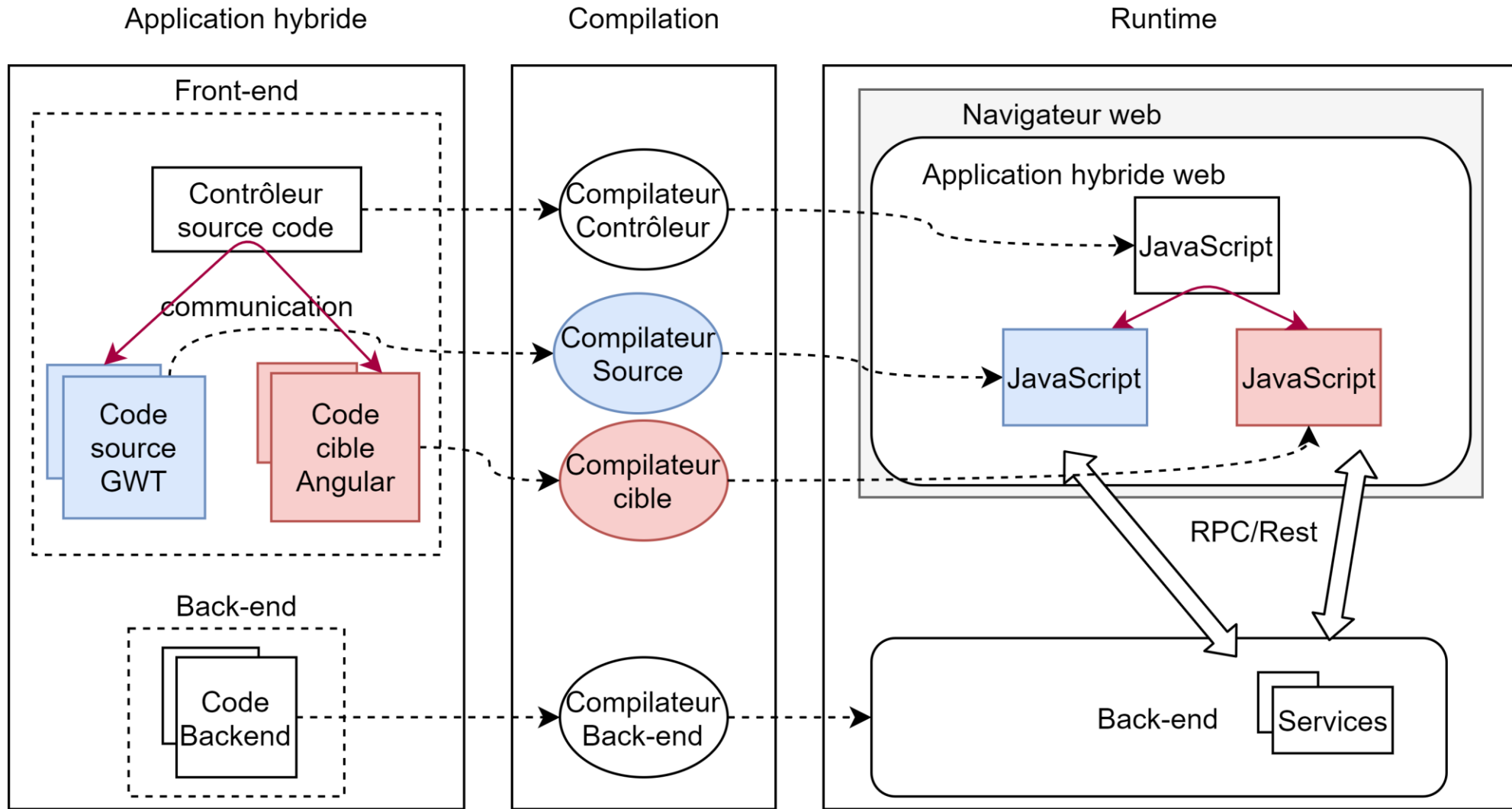
Communication



Type Matching



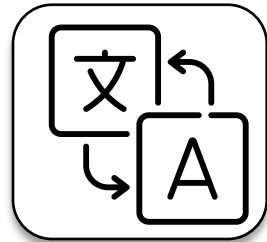
GUI Mixing



Architecture hybride – contraintes



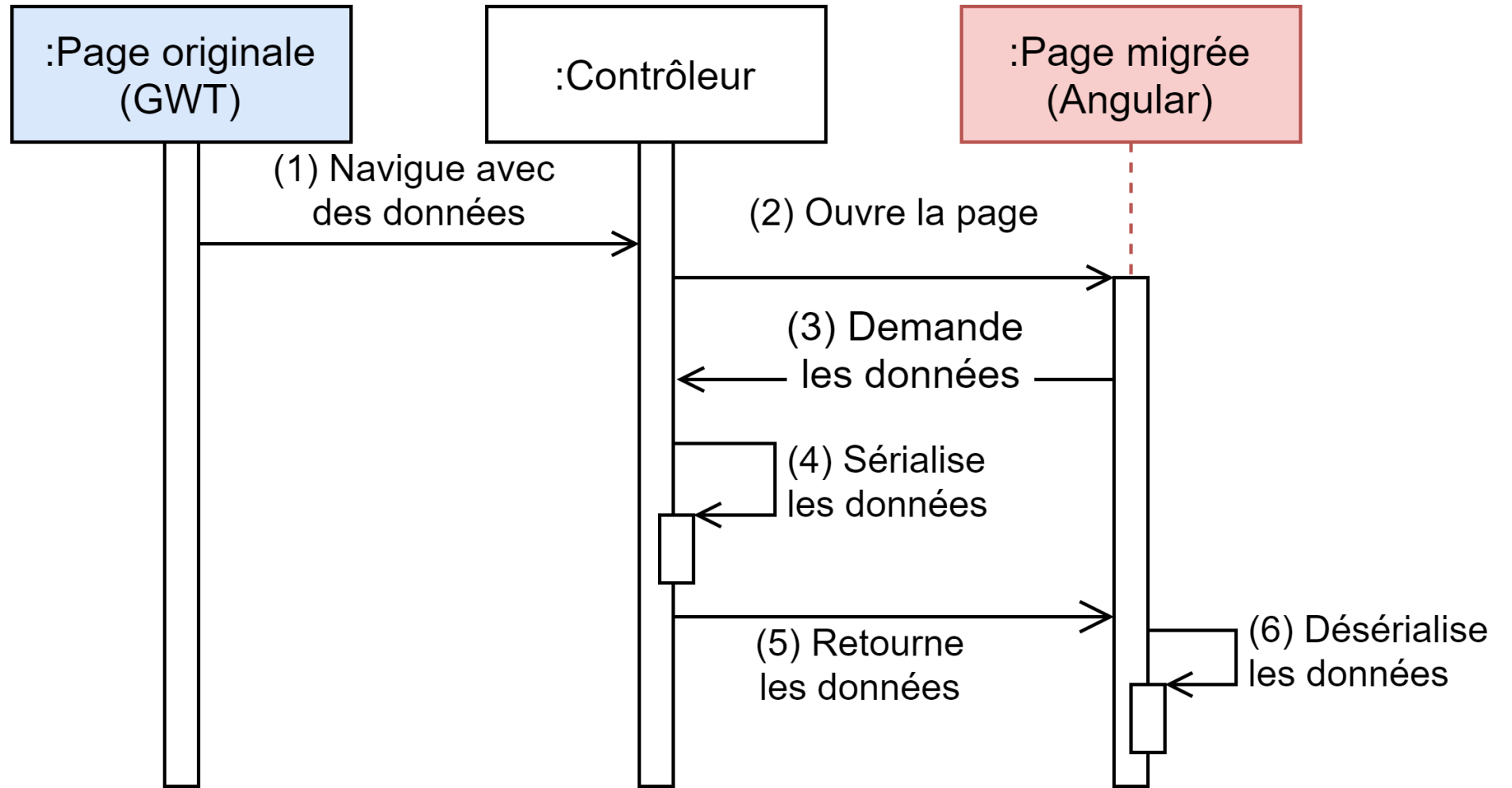
Communication



Type Matching



GUI Mixing



Architecture hybride – contraintes



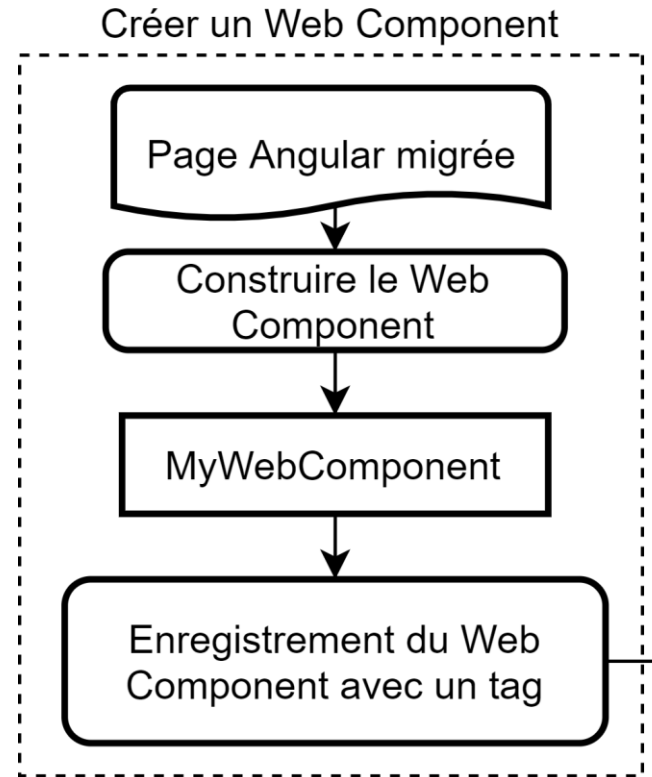
Communication



Type Matching



GUI Mixing



Architecture hybride – contraintes



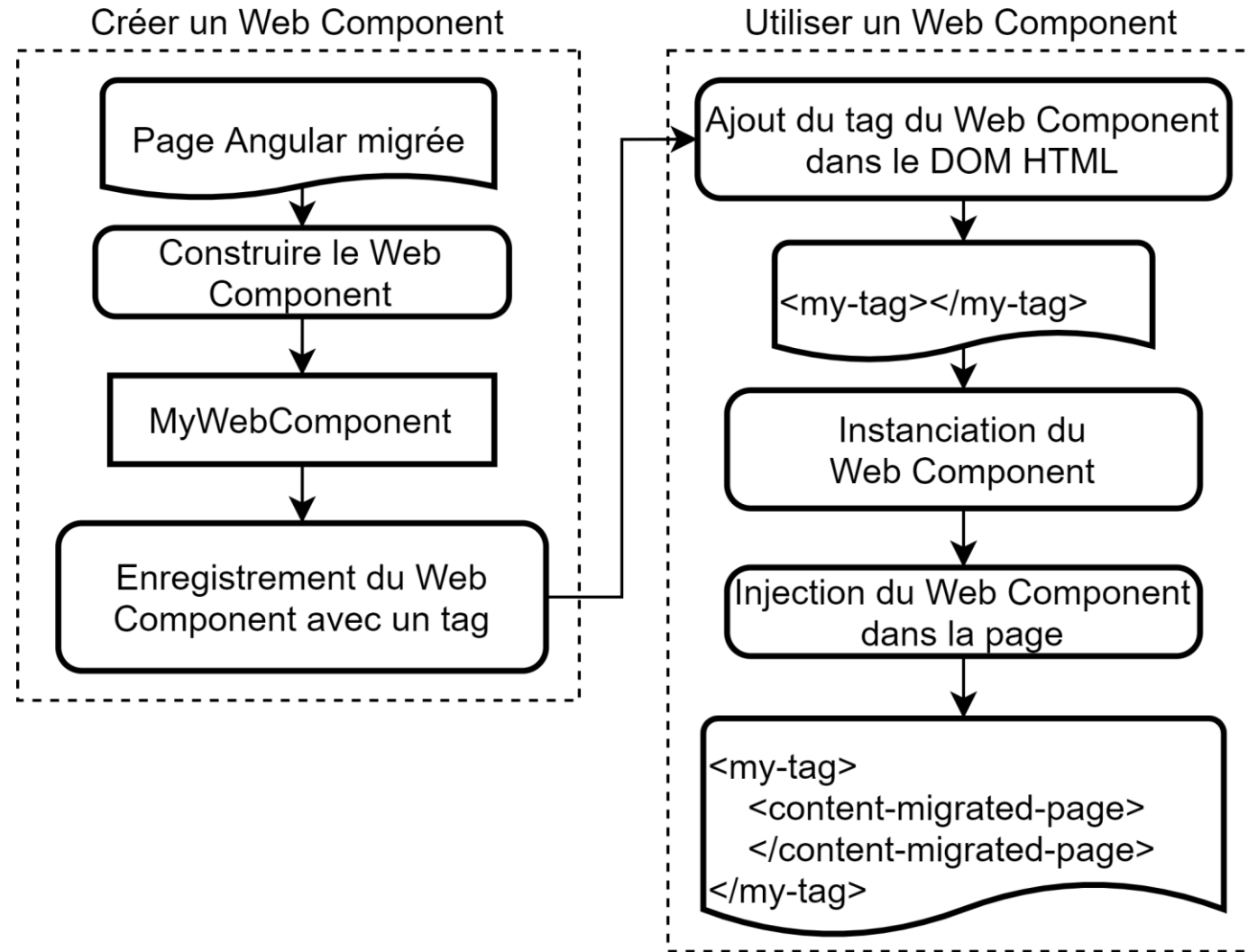
Communication



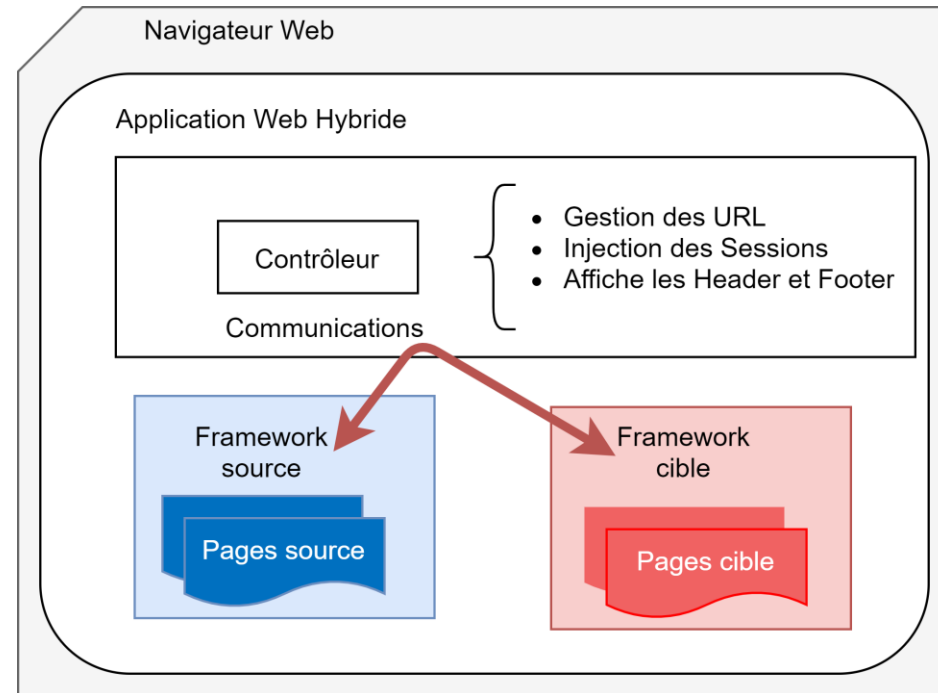
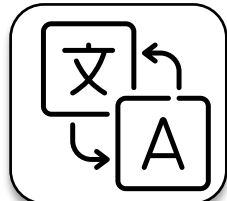
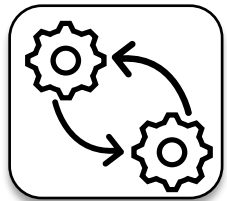
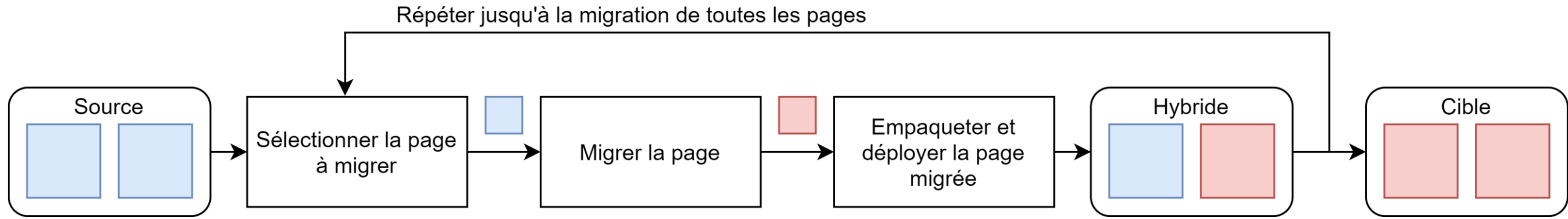
Type Matching



GUI Mixing



Migration Incrémentale



Validation



- Introduction
- Etat de l'art
- GUI Migration
- Migration incrémentale
- Validation
- Conclusion

Importer



- GWT/BLCore
- Swing
- Spec
- HTML
- GWT/GXT
- Silverlight

Exporter

- Angular
- Spec
- Spec2
- Seaside
- Aurelia

Méta-model

- 66 types de widgets
- 38 types d'attributs
- 13 types d'événements

	Source Framework	Projet	#Pages	#Widgets	Target Framework
	BLCore	Kitchensink	56	4 009	Angular
		PostOffice	98	7 842	
		Omaje*	24	2 991	
		RH	519	57 738	
	GXT	Traccar	28	1 260	Seaside
	Spec	DBManager	3	38	Spec2
		SpecDB	1	15	

*Migration terminée

Validation Extraction – Métriques

Détection

```
Panel panel = new Panel();  
Button button = new Button();  
panel.add(button);  
button.setText("Hello World!");
```

Où sont les widgets ?

?

?

?

Hayakawa *et al.* (2012)
Joorabchi and Mesbah (2012)
Sánchez Ramón *et al.* (2014)

Validation Extraction – Métriques

Détection

Identification

```
Panel panel = new Panel();  
Button button = new Button();  
panel.add(button);  
button.setText("Hello World!");
```

Quel est le type des widgets ?

Panel

Button

Text

Hayakawa *et al.* (2012)
Joorabchi and Mesbah (2012)
Sánchez Ramón *et al.* (2014)

Validation Extraction – Métriques

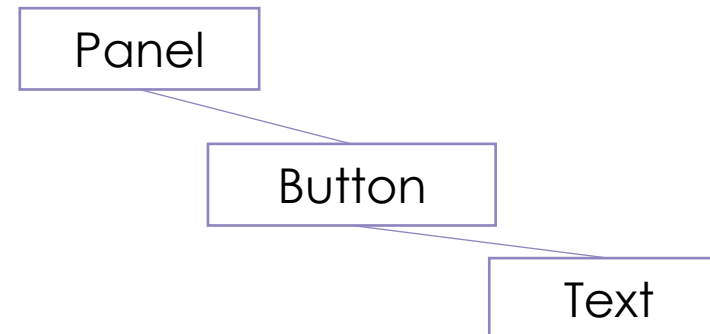
Détection

Identification

Affectation

```
Panel panel = new Panel();  
Button button = new Button();  
panel.add(button);  
button.setText("Hello World!");
```

Quel widget contient quel autre ?



Hayakawa *et al.* (2012)
Joorabchi and Mesbah (2012)
Sánchez Ramón *et al.* (2014)

Résultat – Extraction des Widgets

	Détection	Identification	Affectation
Widgets	99%	98%	99%

Résultats calculés sur 5 applications :
Kitchensink (GWT), PostOffice (GWT), Traccar (GXT), DBManager (Spec) et SpecDB (Spec)

GUI visual aspect migration: a framework agnostic solution – ASE Journal

Résultat – Extraction des Attributs

	Détection	Identification	Affectation
Widgets	99%	98%	99%
Attributs	87%	98%	100%

Résultats calculés sur 5 applications :
Kitchensink (GWT), PostOffice (GWT), Traccar (GXT), DBManager (Spec) et SpecDB (Spec)

Résultat – Extraction des Events

	Détection	Identification	Affectation
Widgets	99%	98%	99%
Attributs	87%	98%	100%
Events	100%	98%	95%

Résultats calculés sur l'application Kitchensink (GWT)

Migrating GUI behavior: from GWT to Angular – ICSME'21 industrial track

Résultat – Extraction des Events

Détection

Identification

Affectation

Extraction des interfaces graphiques
indépendante du framework

Events

100%

98%

95%

Validation Génération

**Comparaison de l'aspect
visuel**

**Analyse des coûts en
performance de
l'architecture hybride**

Qualité du code

**Validation des développeurs
du comportement et de
l'application migrée**

Challenges for Layout Validation: Lessons Learned – Quatic'20

Résultat Génération Visuel – DBManager

Spec

DB Connections Manager

New connection

Connection name: my_connection

Hostname: ip address/localhost/...

Port: Port number e.g. 5432

Database: my_database

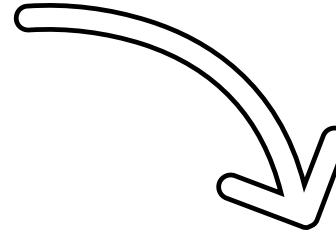
User: DBMS username

Password: DBMS username's password

DBMS: PostgreSQL

No connections manager set

Test connection Cancel Ok



Spec
2

DB Connections Manager

New connection

Connection name: my_connection

Hostname: ip address/localhost/...

Port: Port number e.g. 5432

Database: my_database

User: DBMS username

Password: DBMS username's password

DBMS: PostgreSQL

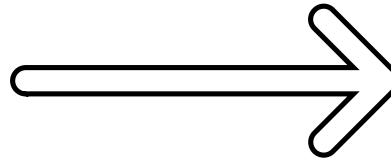
Test connection Cancel Ok

Résultat Génération Visuel – Kitchensink



Ergonomie

- ▶ [Phase avec dashboard](#)
- ▶ [Phase avec bandeau usager, panneau flottant et sidebar](#)
- ▶ [Internationalisation](#)
- ▶ [Exemple de zoom dans liste](#)
- ▶ [Exemple de liste éditable \(CRUD\)](#)
- ▶ [Visualisateur d'images](#)

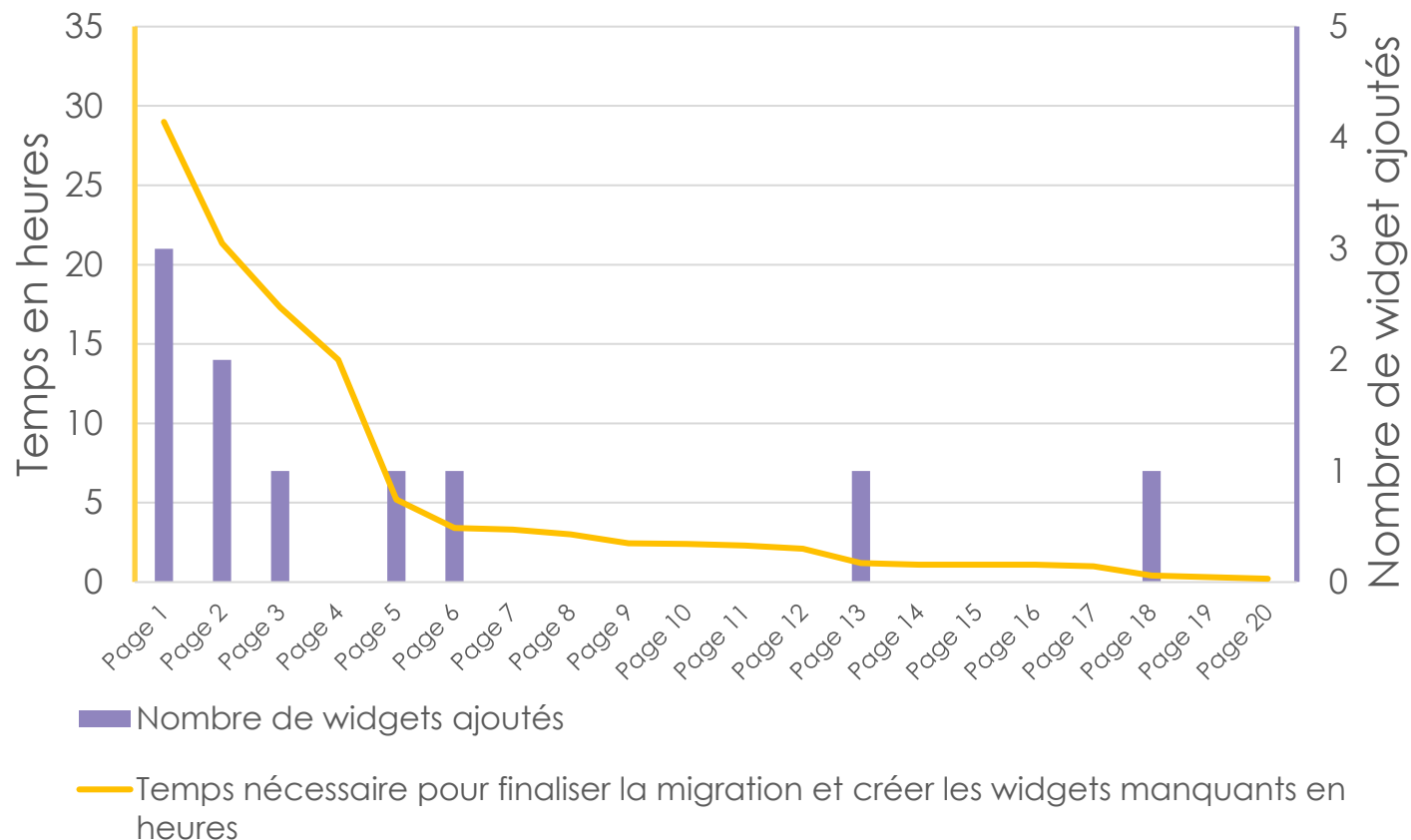


Ergonomie

- ▶ [Phase avec dashboard](#)
- ▶ [Phase avec bandeau usager, panneau flottant et sidebar](#)
- ▶ [Internationalisation](#)
- ▶ [Exemple de zoom dans liste](#)
- ▶ [Exemple de liste éditable \(CRUD\)](#)
- ▶ [Visualisateur d'images](#)

Migration de Omaje

- 1 stagiaire
 - Aucune connaissance GWT
 - Aucune connaissance Angular
 - Code visuel : 24 jours
 - 10 jours d'apprentissage
 - 14 jours de migration
- 1 Ingénieur
 - Aucune connaissance GWT
 - Expert Angular
 - Code comportemental : 22 jours
- 24 pages migrées
- 191 098 lignes de code migrées



Migration du code visuel

From GWT to Angular: An Experiment Report on Migrating a Legacy Web Application – IEEE Software

Gestion des licences Sedit en GWT

Nom : Clé Proiciel :

Id Navision : Adresse :

Rechercher Réinitialiser

Liste des clients licences Sedit(1373 lignes)

Nom	Id Navision	Clé progiciel
BISCHWILLER (MAIRIE DE)	0	MAIRIE DE BISCHWILLER
bla	bla	bla
BLAGNAC (MAIRIE DE)	0	MAIRIE DE BLAGNAC
BLAINVILLE (MAIRIE) PAS DE CLES UNIVERS	0	MAIRIE DE BLAINVILLESURORNE
BLANZY (MAIRIE DE)	0	MAIRIE DE BLANZY
BLOIS (CCAS DE)	0	CCAS DE BLOIS
BLOIS (MAIRIE DE)	0	MAIRIE DE BLOIS
BOBIGNY (SIB YNDICAT DE)	0	SYNDICAT DE BOBIGNY
BOE (MAIRIE DE)	0	MAIRIE DE BOE
BOISCOLOMBES (MAIRIE DE)	0	MAIRIE DE BOISCOLOMBES
BOLLENE (CC LEZ PROVENCE 2303)	0	CC LEZ PROVENCE
BONDOUFLE (MAIRIE)	0	MAIRIE BONDOUFLE
BONDY (MAIRIE DE)	0	MAIRIE DE BONDY
BONENCONTRE (MAIRIE DE)	0	MAIRIE DE BONENCONTRE

Nom * : Id Navision * :

Adresse : Num Client Navision * :

Tél : Bureau dest. :

Clé Proiciel * : Fax :

Gérer les licences RH

Gérer les licences GF

Gérer les licences OP

Gestion Licences Sedit en Angular

Nom: bla Clé progiciel client :

Id Navigation : Adresse:

Rechercher Réinitialiser

Liste des clients licences Sedit (7)

Nom	Id Navision	Clé progiciel
BLAGNAC (MAIRIE DE)	0	MAIRIE DE BLAGNAC
BLAINVILLE (MAIRIE) PAS DE CLES UNIVERS	0	MAIRIE DE BLAINVILLESURORNE
BLANZY (MAIRIE DE)	0	MAIRIE DE BLANZY
ST HERBLAIN (MAIRIE)	0	MAIRIE DE ST HERBLAIN
THONON (CA CHABLAIS THONON 376307)	0	CA CHABLAIS THONON LEMAN
ST LAURENT BLANGY (MAIRIE 20833)	0	MAIRIE ST LAURENT BLANGY
bla	bla	bla

Nom*: bla Id Navision*: bla

Adresse: Num Client Navision*: bla

Tél: Bureau dest.:

Clé Proiciel*: bla Fax:

Gérer les licences RH

Gérer les licences GF

Gérer les licences OP

Résultat Génération – Qualité du code – Omaje

Application	Problème de Fiabilité	Problème de Maintenabilité	Problème de Sécurité
Original	1 389	5 075	4
Après migration automatique	684	1 096	1

Résultats obtenus avec SonarQube

From GWT to Angular: An Experiment Report on Migrating a Legacy Web Application – IEEE Software

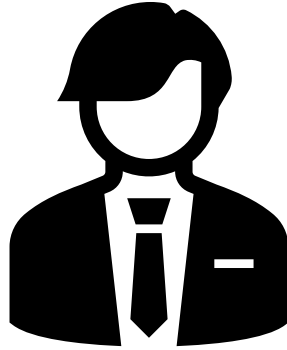
Résultat Hybride – Performance – Omaje

Source \ Target	GWT	Angular
GWT	2 ms	49 ms *
Angular	7 ms	2 ms

Moyenne sur 1 000 exécutions d'une communication entre une page source GWT et une page target Angular de l'application Omaje

*Problème de performance du framework de désérialisation Angular : <https://github.com/pichillilorenzo/jackson-js/issues/18>

Validation des développeurs – Omaje



Evaluation de l'expert
entreprise de l'application



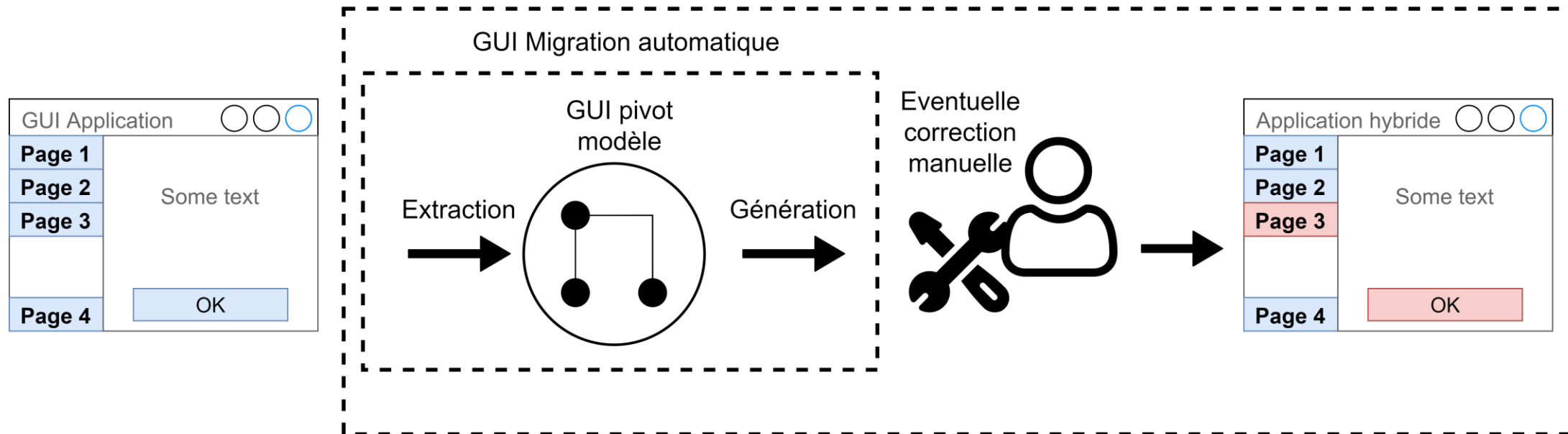
56/56 tests fonctionnels
validés

Application
en production

Conclusion

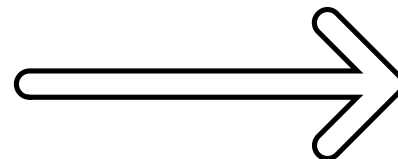
- Introduction
- Etat de l'art
- GUI Migration
- Migration incrémentale
- Validation
- Conclusion

Migration Incrementale



Ergonomie

- ▶ [Phase avec dashboard](#)
- ▶ [Phase avec bandeau usager, panneau flottant et sidebar](#)
- ▶ [Internationalisation](#)
- ▶ [Exemple de zoom dans liste](#)
- ▶ [Exemple de liste éditable \(CRUD\)](#)
- ▶ [Visualisateur d'images](#)



Ergonomie

- ▶ [Phase avec dashboard](#)
- ▶ [Phase avec bandeau usager, panneau flottant et sidebar](#)
- ▶ [Internationalisation](#)
- ▶ [Exemple de zoom dans liste](#)
- ▶ [Exemple de liste éditable \(CRUD\)](#)
- ▶ [Visualisateur d'images](#)

1. Journal

- From GWT to Angular: An Experiment Report on Migrating a Legacy Web Application – IEEE Software
- GUI visual aspect migration: a framework agnostic solution – ASE Journal

2. Conférences

- Migrating GUI behavior: from GWT to Angular – ICSME'21 industrial track
- Modular Moose: A new generation of software reengineering platform – ICSR'20
- GUI Migration using MDE from GWT to Angular 6: An Industrial Case – Saner'19 industrial track
- Empirical Study of Programming to an Interface – ASE'19

3. Workshops

- Challenges for Layout Validation: Lessons Learned – Quatic'20
- Switching of GUI framework: the case from Spec to Spec 2 – IWST'19
- Migration de GWT vers Angular 6 en utilisant l'IDM – Ciel'19
- Migrating GWT to Angular 6 using MDE – Sattose'19
- Evaluating the Efficiency of Continuous Testing during Test-Driven Development – VST'18
- Usage of Tests in an Open-Source Community – IWST'17

4. Soumis

- Hybrid Architecture for Incremental Migration Approach – Caise'21

■ Publications de la thèse

■ Autres publications

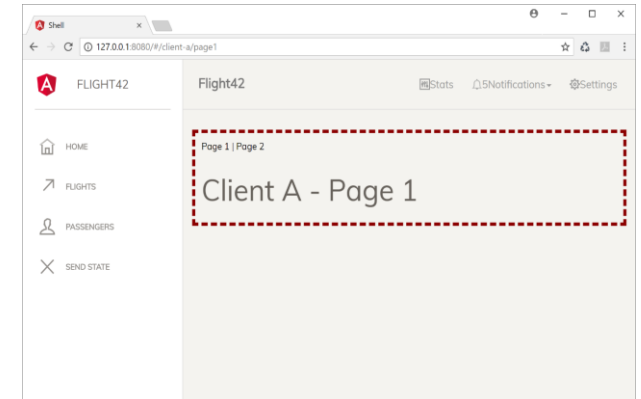
Migration :

- PowerBuilder
- Access (Thèse de S. Bragagnolo)
- Silverlight



Architecture :

- Vers micro front-end



Rénovation du back-end :

- Micro-service
- RPC vers Restful



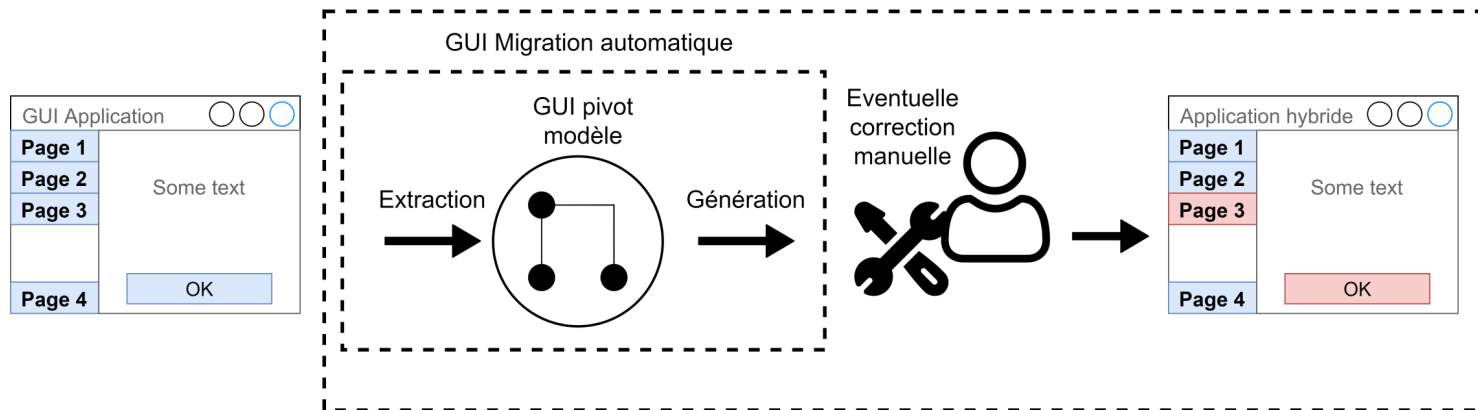
Tests :

- Génération des tests
- Traces logicielles



Conclusion

Migration Incrementale

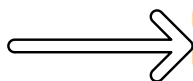


Importer	Exporter
GWT	Angular
Swing	Spec
Spec	Spec2
HTML	Seaside
GWT/GXT	Aurelia
Silverlight	

Ergonomie



- ▶ [Phase avec dashboard](#)
- ▶ [Phase avec bandeau usager, panneau flottant et sidebar](#)
- ▶ [Internationalisation](#)
- ▶ [Exemple de zoom dans liste](#)
- ▶ [Exemple de liste éditible \(CRUD\)](#)
- ▶ [Visualisateur d'images](#)



Ergonomie

- ▶ [Phase avec dashboard](#)
- ▶ [Phase avec bandeau usager, panneau flottant et sidebar](#)
- ▶ [Internationalisation](#)
- ▶ [Exemple de zoom dans liste](#)
- ▶ [Exemple de liste éditible \(CRUD\)](#)
- ▶ [Visualisateur d'images](#)

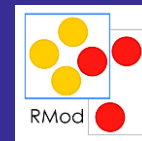
- 2 journals
- 4 conferences
- 6 workshop



Approche Incrémentale pour la Migration des Interfaces Graphiques d'Applications utilisant les Métamodèles

Benoît Verhaeghe

Inria



Berger
Levrault **BL**

berger-levrault.com



Gestion des campagnes d'évaluation

Critères de sélection

Code :

Libellé :

Valide au :

Etat

Définition

Préparation

Evaluation

Exploitation

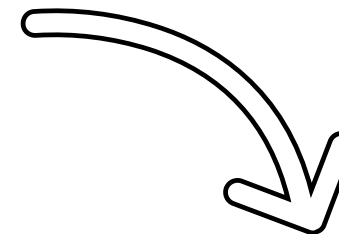
Cloturée

[Rechercher](#) [Réinitialiser](#)

Les campagnes d'évaluation(8 lignes)

<input type="checkbox"/> Code	Libellé	Etat	Du	Au	Année	Actions
<input type="checkbox"/> BVER	BVER TEST	Définition	02/08/2021	31/08/2021		
<input checked="" type="checkbox"/> ENVOIEMAIL	JUNIT pour l'envoi des mail sur l'onglet AvancementValidation	Préparation	01/01/2021	31/12/2021	2021	
<input type="checkbox"/> 20ENCADR	2020-Encadrants	Evaluation	01/01/2020	31/01/2021	2020	
<input type="checkbox"/> 20NOCADCAB	2020-Non encadrants Cabinet du Maire	Evaluation	01/01/2020	31/01/2021	2020	
<input type="checkbox"/> 20NOCADDGS	2020-non encadrants DGS	Evaluation	01/01/2020	31/01/2021	2020	
<input type="checkbox"/> 20NOCADDG1	2020-non encadrants DGA 1 N. Fau	Evaluation	01/01/2020	31/01/2021	2020	
<input type="checkbox"/> 20NOCADDG2	2020-non encadrants DGA 2 G. Fraga	Evaluation	01/01/2020	31/01/2021	2020	
<input type="checkbox"/> 20NOCADDST	2020-Non encadrants DST	Evaluation	01/01/2020	31/01/2021	2020	

[Créer campagne](#) [Supprimer](#)



Gestion des campagnes d'évaluation

Critères de sélection

Code :

Libellé :

Valide au :

Etat

Définition

Préparation

Evaluation

Exploitation

Cloturée

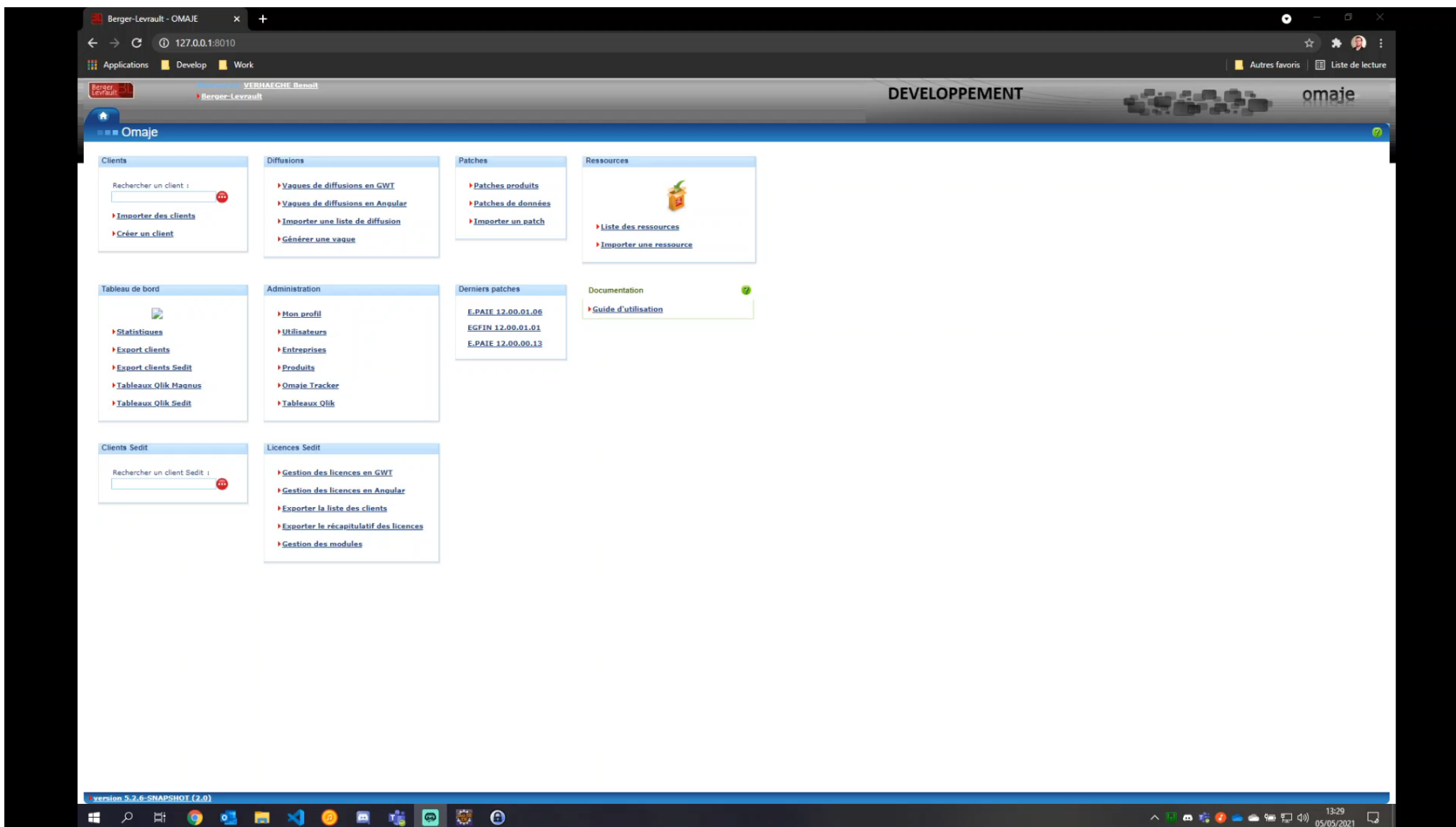
[Rechercher](#) [Réinitialiser](#)

Les campagnes d'évaluation (8)

<input type="checkbox"/> Code	Libellé	Etat	Du	Au	Année	Actions
<input type="checkbox"/> BVER	BVER TEST	Définition	02/08/2021	31/08/2021		
<input checked="" type="checkbox"/> ENVOIEMAIL	JUNIT pour l'envoi des mail sur l'onglet AvancementValidation	Préparation	01/01/2021	31/12/2021	2021	
<input type="checkbox"/> 20ENCADR	2020-Encadrants	Evaluation	01/01/2020	31/01/2021	2020	
<input type="checkbox"/> 20NOCADCAB	2020-Non encadrants Cabinet du Maire	Evaluation	01/01/2020	31/01/2021	2020	
<input type="checkbox"/> 20NOCADDGS	2020-non encadrants DGS	Evaluation	01/01/2020	31/01/2021	2020	
<input type="checkbox"/> 20NOCADDG1	2020-non encadrants DGA 1 N. Fau	Evaluation	01/01/2020	31/01/2021	2020	
<input type="checkbox"/> 20NOCADDG2	2020-non encadrants DGA 2 G. Fraga	Evaluation	01/01/2020	31/01/2021	2020	
<input type="checkbox"/> 20NOCADDST	2020-Non encadrants DST	Evaluation	01/01/2020	31/01/2021	2020	

[Créer campagne](#) [Supprimer](#)

Résultat Génération – Omaje



The screenshot shows the Omaje web application interface. At the top, there is a navigation bar with the text "DEVELOPPEMENT" and the "omaje" logo. Below this, the main content area is organized into several panels:

- Clients:** Includes a search field "Rechercher un client :", an "Importer des clients" button, and a "Créer un client" button.
- Diffusions:** Lists actions like "Vagues de diffusions en GWT", "Vagues de diffusions en Angular", "Importer une liste de diffusion", and "Générer une vague".
- Patches:** Lists actions like "Patches produits", "Patches de données", and "Importer un patch".
- Ressources:** Includes a resource icon and actions like "Liste des ressources" and "Importer une ressource".
- Tableau de bord:** Lists actions like "Statistiques", "Export clients", "Export clients Sedit", "Tableaux Olik Magnus", and "Tableaux Olik Sedit".
- Administration:** Lists actions like "Mon profil", "Utilisateurs", "Entreprises", "Produits", "Omaje Tracker", and "Tableaux Olik".
- Derniers patches:** Lists recent patch versions: "E.PAIE 12.00.01.06", "EGFIN 12.00.01.01", and "E.PAIE 12.00.00.13".
- Documentation:** Includes a "Guide d'utilisation" link.
- Clients Sedit:** Includes a search field "Rechercher un client Sedit :".
- Licences Sedit:** Lists actions like "Gestion des licences en GWT", "Gestion des licences en Angular", "Exporter la liste des clients", "Exporter le récapitulatif des licences", and "Gestion des modules".

At the bottom of the browser window, the version "version 5.2.6-SNAPSHOT (2.0)" is displayed. The Windows taskbar at the very bottom shows the time as 13:29 on 05/05/2021.

Qualité après full migration

Table 2: SonarQube number of issues per quality aspect

	Reliability issue	Maintainability issue	Security issue
Original	1,389 (1%)	5,075 (3%)	4 (0%)
Semi-automatic	684 (1%)	1,096 (5%)	1 (0%)
Full migration	409 (1%)	911 (3%)	0 (0%)

In parentheses: percentage of issues per line of code

